This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

LANE MEDICAL LIBRARY STANFORD
2 45 0425 1258

DUP.
M. F.

Veröffentlichungen

aus dem Gebiete des

Militär-Sanitätswesens.

Herausgegeben

von der

Medizinal-Abteilung

des

Königlich Preussischen Kriegsministeriums.

Heft 32.

Zur Kenntnis und Diagnose der angeborenen Farbensinnstörungen.

Von

Dr. **Collin,**

Stabsarzt an der Kaiser Wilhelms-Akademie,
kommandiert zur Königlichen Universitäts-Augenklinik in Berlin.

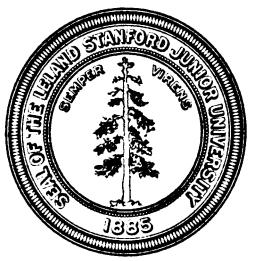
Berlin 1906.

Verlag von August Hirschwald.

N.W. Unter den Linden 68.

L972
P97
no.32
1906

LANE



MEDICAL LIBRARY

Exchange
Boston Medical Library

AMERICAN BANK NOTE CO LITHO

Veröffentlichungen

aus dem Gebiete des

Militär-Sanitätswesens.

Herausgegeben

von der

Medizinal-Abteilung

des

Königlich Preussischen Kriegsministeriums.

Heft 32.

Zur Kenntnis und Diagnose der angeborenen Farbensinnstörungen.

Von

Dr. **Collin,**

Stabsarzt an der Kaiser Wilhelms-Akademie,
kommandiert zur Königlichen Universitäts-Augenklinik in Berlin.

Berlin 1906.

Verlag von August Hirschwald.

N.W. Unter den Linden 68.

Zur Kenntnis und Diagnose

der

angeborenen Farbensinnstörungen.

Von

Dr. Collin,
Stabsarzt an der Kaiser Wilhelms-Akademie,
kommandiert zur Königlichen Universitäts-Augenklinik in Berlin.

Berlin 1906.
Verlag von August Hirschwald.
NW. Unter den Linden 68.

Alle Rechte vorbehalten.

LAKE LIBRARY

L 972
P 97
Iw. 32
1906

Inhaltsübersicht.

	Seite
Einleitung	1—3
Die angeborenen Farbensinnstörungen nach dem jetzigen Stande unserer wissenschaftlichen Kenntnisse und praktischen Erfahrungen auf diesem Gebiet	3—39
1. Der normale Farbensinn	3—11
Das Wesen der Farbe	3—7
Die Farbenempfindung	8—11
2. Die Störungen des Farbensehens	11—32
a) Die Farbenblindheit	11—26
Historisches	11—14
Die verschiedenen Formen der Farbenblindheit	14—16
Das Sehen der Farbenblinden	16—20
Die praktische Bedeutung der Farbenblindheit	20—26
b) Die anomale Trichromasie (Farbenschwäche)	26—32
Das Wesen der Farbenschwäche	26—30
Die praktische Bedeutung dieser Störung	30—32
3. Die Diagnose der Farbensinnstörungen	32—39
Allgemeines	32—34
Der Farbengleichungsapparat nach Nagel	34—36
Die Nagel'schen Tafeln zur Prüfung des Farbenunterscheidungsvermögens	37
Dissimulation und Simulation	37—39
Untersuchungen über die Farbentüchtigkeit der Eisenbahntruppen	40—53
Vorbemerkungen	40—41
Das angewandte Untersuchungsverfahren	42—44
Statistische und vergleichende Ergebnisse	45—51
Zusammenfassung und Schlusswort	52—53
Literatur	54

962H

Die große praktische Bedeutung der Farbensinnstörungen für die Ausübung mancher Berufsarten, andererseits die in jüngster Zeit wissenschaftlich festgelegte Tatsache, daß von unserer männlichen Bevölkerung fast jedes zwölfte Individuum eine wohl charakterisierte und mit geeigneten Hülfsmitteln leicht erkennbare Abnormität seiner Farbenempfindungen darbietet, macht es jedem — auch dem nicht ophthalmologisch geschulten — Arzt, der in die Lage kommen kann, ein Urteil über die Farbentüchtigkeit einer Person abzugeben, zur unabweislichen Pflicht, sich mehr wie bisher mit dem Wesen der Farbensinnstörungen vertraut zu machen und die bewährten diagnostischen Untersuchungsmethoden technisch zu beherrschen. Es ist ja allgemein bekannt, wie geringe Kenntnisse gerade auf diesem Gebiet die meisten Ärzte aufzuweisen haben und wie mangelhaft zuweilen in praxi die Farbensinnprüfungen ausgeführt werden, trotzdem ihr Ergebnis häufig nicht allein über die Zukunft des Untersuchten entscheidet, sondern auch in weiterer Folge für die Sicherheit des öffentlichen Verkehrs und damit für das Leben vieler Hunderte von schwerwiegender Bedeutung werden kann. Von dem Arzt, der eine Lungen- oder Herzstörung im gegebenen Fall erkennen und beurteilen soll, verlangt man eine sorgfältige Untersuchung nach bestimmten allgemein bekannten Regeln, eine Untersuchungstechnik, die er sich im gründlichen Studium und in längerer Übungszeit hat zu eigen machen müssen, ja bis zu einem gewissen Grade erwartet man von ihm sogar Kenntnisse von dem Wesen der in Betracht kommenden pathologischen Zustände. Handelt es sich aber darum, zu entscheiden, ob jemand einen normalen oder abnormen Farbensinn hat, um die Beurteilung und Entscheidung der praktisch so wichtigen Frage, ob der Betreffende für bestimmte Berufe, z. B. für den Eisenbahn- oder Marinedienst, unbedingt tauglich ist oder nicht, so denkt fast niemand daran, sich zu fragen, worin

bestehen denn überhaupt die Störungen, die hier vorliegen können? welches ist das Prinzip der Untersuchungsmethode, das hier zum Ziele führen soll? sondern die große Mehrzahl beschränkt sich stets auf die rein schematische Anwendung irgend eines beliebten Untersuchungsmittels, ohne sich von dem eigentlichen Wesen der möglichen Anomalien des Farbensinns eine auch nur annähernd klare Vorstellung zu machen. Der Grund hierfür ist wohl einerseits darin zu suchen, daß dem Mediziner während seines klinischen Studiums auf der Universität im allgemeinen nicht die Gelegenheit geboten wird, etwas einigermaßen Gründliches über die Störungen des Farbenunterscheidungsvermögens und ihre Diagnose zu lernen, geschweige denn selbst derartige Fälle zu sehen und praktisch zu untersuchen, weil eben die Augenheilkunde, wie sie in den Augenkliniken ausgeübt und gelehrt wird, in der Regel kein Interesse nimmt an den notorisch angeborenen und unheilbaren Farbensinnstörungen. Andererseits sind es aber auch zweifellos die nicht geringen Schwierigkeiten, die das Studium dieses Gebietes und das Verständnis der farbenphysiologischen Vorgänge an und für sich schon für jeden, selbst für den Physiologen von Fach, mit sich bringen, welche es immerhin erklärlich finden lassen, daß die große Mehrzahl der Ärzte über diese Verhältnisse von vornherein ungenügend orientiert ist und bei der Diagnose daher unsicher gehen muß. Schon so mancher Arzt, der mit der festen Absicht umging, auf dem Wege des Selbststudiums an der Hand physiologischer Lehrbücher in das Wesen dieser interessanten Erscheinungen tiefer einzudringen, hat gar bald erkennen müssen, wie ungemein schwer es ist, hier allein vorwärts zu kommen und sich zu einer klaren Auffassung der Dinge durchzuringen. Dazu kommt, daß fast sämtliche wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiete der Farbenphysiologie nur in den ophthalmologischen oder physiologischen Fachzeitschriften veröffentlicht werden, also nicht jedem zugänglich sind, und daß daher der Praktiker nur selten Gelegenheit hat, etwas von den neueren auch für ihn wichtigen physiologischen Forschungsergebnissen zu erfahren, wie sie uns die wissenschaftlichen Untersuchungen der vergangenen Jahre in so reicher Anzahl gebracht und durch welche sich die früheren Anschauungen über manche Dinge zum Teil recht wesentlich geändert haben.

In Anbetracht dieser Verhältnisse lag der Gedanke nahe, unser jetziges Wissen von den angeborenen Farbensinnstörungen, wie es sich aus den wissenschaftlichen und praktischen Erfahrungen der letzten Jahre ergeben hat und soweit es für den Praktiker in Betracht kommt, einmal in einer zusammenfassenden und gemeinverständlich

geschriebenen Darstellung festzulegen, unter möglichster Vermeidung aller solcher theoretischen Erörterungen, welche für das allgemeine Verständnis des vorliegenden Gebietes nicht unbedingt erforderlich sind. Zwar ist die Literatur der verflossenen Jahre durchaus nicht arm an derartigen Veröffentlichungen, allein dieselben sind entweder durch die jüngsten Forschungsergebnisse bereits überholt und stehen daher nicht mehr wissenschaftlich auf der Höhe, oder sie sind allzusehr vom Standpunkt des Theoretikers aus geschrieben und setzen vielfach so zahlreiche fachmännische Kenntnisse voraus, daß es für den praktischen Arzt in der Regel unmöglich ist, ihrem Gedankengang mit Verständnis und lebendiger Auffassung zu folgen. Hier soll nun der erste Teil der vorliegenden Arbeit ergänzend einspringen und damit gleichzeitig eine tatsächlich vorhandene und häufig auch recht unangenehm empfundene Lücke in dem Wissensschatz des praktischen Arztes ausfüllen. Unter Berücksichtigung seiner Kenntnisse und vor allen Dingen auch seiner Bedürfnisse soll im folgenden eine übersichtliche Darstellung der angeborenen Störungen des Farbenunterscheidungsvermögens gegeben und dadurch dieses praktisch so wichtige Gebiet dem allgemeinen ärztlichen Verständnis und Interesse mehr wie bisher erschlossen werden. Dementsprechend wird es meine Aufgabe sein, den Leser zunächst in die physikalischen und physiologischen Grundbegriffe der normalen Farbenempfindungen einzuführen, ihm dann an der Hand dieser unbedingt erforderlichen Vorkenntnisse ein anschauliches Bild von dem Wesen, den verschiedenen Formen und der praktischen Bedeutung der Anomalien des Farbensinnes zu geben und schließlich ihn mit der Diagnose dieser Störungen vertraut zu machen. Mit derartigen Kenntnissen ausgerüstet wird es dem Leser dann auch nicht schwer fallen, den zweiten Theil der vorliegenden Arbeit kritisch zu würdigen, in dem die interessanten Ergebnisse einer mühevollen, unter Heranziehung wissenschaftlicher Hilfsmittel durchgeführten Untersuchung des Farbensinnes von 1778 Leuten der Königl. Eisenbahnbrigade niedergelegt sind, und in welchem gleichzeitig auch dem Fachmanne manches Neue und Bemerkenswerte geboten wird, das bleibenden wissenschaftlichen Wert besitzt.

1. Der normale Farbensinn.

Zwei Faktoren sind es, welche das Zustandekommen einer Gesichtsempfindung bei uns bedingen: ein physikalischer, repräsentiert durch den Reiz, welcher von der uns umgebenden Außenwelt ausgeht und unser Auge trifft; ein physiologischer, der in der Reaktion

beruht, mit welcher der nervöse Endapparat unseres Auges, die Netzhaut, sowie unser Gehirn auf jenen physikalischen Vorgang antworten. Was den ersten Faktor anbetrifft, so gibt es bekanntlich verschiedene Arten physikalischer Reize, welche auf das Auge einwirken, hier kommt ausschließlich sein adäquater Reiz in Betracht, das Licht, das wir nach der Undulationstheorie (Huyghens 1678, Euler, Joung, Fresnel) als äußerst schnelle transversale, d. h. zur Fortpflanzungsrichtung des Lichtes senkrechte Schwingungen des Äthers aufzufassen haben, jener hypothetischen Substanz, mit der sich die moderne Physik den ganzen Weltraum angefüllt denkt, und welche, obgleich unwägbar, doch den allgemeinen Gesetzen folgt, welche für die Bewegung der Moleküle gelten. Das Wesen des Lichts besteht also in einer Wellenbewegung des Äthers, welche von jedem leuchtenden Körper, den wir überhaupt wahrnehmen, erzeugt bezw. reflektiert wird, und welche sich mit großer Geschwindigkeit durch den Äther fortpflanzt. Die Qualität des Lichtes, seine Farbe, ist nun bedingt durch die Wellenlänge bezw. durch die Anzahl dieser Ätherschwingungen in der Zeiteinheit, die Intensität des Lichtes, seine Helligkeit dagegen durch die Schwingungsgröße, die Amplitude der schwingenden Bewegung. Je nach der Farbe, in der uns das Licht erscheint, ist also seine Wellenlänge verschieden, und zwar sehen wir langwelliges Licht rot, Licht mittlerer Wellenlänge grün, kurzwelliges Licht violett; für Rot ist mithin die Wellenlänge der Lichtstrahlen am größten, für Violett am kleinsten; sie beträgt, in Millionstel Millimeter ($\mu\mu$) ausgedrückt, für reines Rot etwa 680 $\mu\mu$, für Grün (Gelbgrün) 550 $\mu\mu$, und für Violett 420 $\mu\mu$. Die Anzahl der Schwingungen, die ein Ätherteilchen eines derartigen Lichtstrahls in der Sekunde ausführt und welche im umgekehrten Verhältnis zu der Wellenlänge steht, hat man für Rot auf ca. 450 Billionen, für Grün auf ca. 590 Billionen und für Violett auf ca. 790 Billionen Schwingungen berechnet; die übrigen Farben weisen Werte auf, welche zwischen diesen beiden Grenzen liegen.

Bekanntlich werden nun alle diese verschiedenen Lichtstrahlen von unsern natürlichen und künstlichen Lichtquellen ausgesandt, je nach der vorherrschenden Farbe des Lichtes in größerer oder geringerer Menge, und wir besitzen umgekehrt in der prismatischen Zerlegung dieses von unseren Lichtquellen ausgesandten gemischten Lichtes das Mittel, die einzelnen qualitativ verschiedenen Lichtarten räumlich zu sondern und zur Anschauung zu bringen. So erhalten wir das bekannte farbige Bild des Spektrums, welches die verschiedenen Wellenlängen nebeneinander geordnet enthält und von Rot durch

Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo zum Violett führt. Die gesetzmäßige Reihenfolge dieser Farben im Spektrum ist durch ihre verschiedene Brechbarkeit bedingt, die langwelligen Strahlen werden am wenigsten, die kurzwelligen am stärksten bei ihrem Durchgang durch das Prisma abgelenkt. Man pflegt nun derartige farbige Lichter, wie wir sie im Spektrum isoliert vor uns haben und welche dadurch charakterisiert sind, daß sie ausschließlich aus Strahlen von einer bestimmten Wellenlänge oder von einer bestimmten Schwingungszahl bestehen, als einfache oder homogene Lichter zu bezeichnen, während unter gemischten Lichtern solche verstanden werden, die sich aus Strahlen verschiedener Wellenlängen, also z. B. aus langwelligen und kurzwelligen zusammensetzen; das schlechtweg sogenannte gemischte Licht unserer Lichtquellen (Tageslicht) stellt zum Beispiel ein derartiges Lichtgemisch dar.

Wir sind nun mit Hilfe von komplizierten Apparaten, welche es erlauben, von zwei Spektren Strahlen verschiedener Wellenlängen zu isolieren und gleichzeitig auf dasselbe Beobachtungsfeld zu werfen, imstande, jedes einfache Licht mit einem anderen derartigen in beliebigen Mengen zu mischen und die so erhaltene Farbenmischung in ihren gesetzmäßigen Beziehungen zu deren farbigen Komponenten auf das genaueste zu studieren. Die vollkommenste Vorrichtung dieser Art ist der Helmholtz'sche Farbenmischapparat, welcher durch Vergleichung zweier aneinanderstoßender farbiger Felder, von denen jedes sowohl mit homogenem, als auch mit gemischtem spektralem Licht beschickt werden kann, es uns ermöglicht, festzustellen, in welchem quantitativen Verhältnis homogene Lichter verschiedener Wellenlängen, z. B. Rot und Grün, mit einander gemischt werden müssen, um mit einem gleichzeitig beobachteten homogenen Licht von bestimmter Wellenlänge, z. B. gelb, gleichfarbig zu erscheinen. Es ist ohne weiteres klar, daß sich hierbei für das farbenuntüchtige Auge, dessen Empfindlichkeit für bestimmte Lichtarten, wie wir später sehen werden, beeinträchtigt oder verändert ist, ganz andere Mischungswerte ergeben müssen als für das normale Auge, und so stellt der Farbenmischungsapparat von Helmholtz gleichzeitig für die wissenschaftliche Differenzierung der Farbentüchtigen und -untüchtigen das vollkommenste und sicherste diagnostische Hilfsmittel dar, das wir überhaupt besitzen.

Es würde mich zu weit führen, auf die interessanten Gesetze der Lichtmischung hier näher einzugehen, das Gesagte wird, wie ich hoffe, für das Verständnis des Nachfolgenden genügen; nur das eine möchte ich noch hervorheben, nämlich die physiologisch interessante Tatsache,

daß es uns unmöglich ist, mit dem Auge zu unterscheiden, ob ein gegebenes farbiges Licht, z. B. ein bestimmtes spektrales Gelb ein homogenes oder ein gemischtes Licht darstellt, ob es ausschließlich aus Strahlen von einer ganz bestimmten Wellenlänge besteht oder durch eine entsprechende Mischung von zwei verschiedenen Lichtern, z. B. von roten und grünen, gewonnen ist; ebensowenig sind wir ja auch imstande, wie jedermann aus eigener Erfahrung weiß, im Orange den Rot- und den Gelbanteil für sich allein herauszuerkennen. Unser Auge analysiert eben nicht, ihm fehlt vollständig die beim Ohr so hoch entwickelte Fähigkeit, einen gegebenen musikalischen Eindruck, z. B. eine Terz oder einen Dreiklang, in dessen einzelne Bestandteile zu zerlegen.

Jedes einfache farbige Licht kann je nach der verschiedenen Schwingungsgröße seiner Ätherwellen an und für sich zwar in verschiedener Intensität objektiv vorhanden sein, allein wenn man die einzelnen homogenen Lichter bezüglich ihrer relativen Helligkeit mit einander vergleicht, z. B. im Dispersions-Spektrum, so findet man, daß nicht alle Teile des Spektrums gleich hell sind, sondern daß hier ganz charakteristische Unterschiede obwalten, indem nämlich im Spektrum der gebräuchlichen Lichtquellen von allen farbigen Lichtern Gelb am hellsten uns erscheint, demnächst Grün, dann Rot und schließlich Violett, welch' letzteres mit der relativ geringsten Helligkeit vertreten ist. Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, daß unsere Netzhaut für die einzelnen farbigen Lichtarten, selbst wenn diese die gleiche objektive Helligkeit aufweisen, doch eine verschiedene Empfindlichkeit besitzt, und zwar ist letztere für gelbes Licht am größten, für violettes am geringsten. Wie wir später sehen werden, spielen diese verschiedenen Helligkeitswerte der einzelnen farbigen Lichter bei gleichstarker Lichtquelle für das Sehen der Farbenblinden eine wichtige Rolle, insofern sie es letzteren ermöglichen, bestimmte objektiv verschiedene Farben, die von ihnen in Wirklichkeit gleichfarbig gesehen werden, unter gewissen Bedingungen doch auseinander zu halten.

Außer nach Ton und Helligkeit pflegt man eine Farbe auch nach ihrem Sättigungsgrad zu beurteilen, der von der stärkeren oder geringeren Beimischung von Weiß abhängig ist. Als gesättigt bezeichnet man solche Farben, welche gar keine Zumischung weißen Lichts enthalten, was eigentlich nur bei den Spektralfarben vorkommt. Die Mosaikarbeiter des Vatikans sollen auf diese Weise im Stande sein, je nach den verschiedenen Farbentönen, Helligkeitsgraden und Sättigungsstufen 30000 verschiedene Farbenqualitäten zu unterscheiden.

Das gleichzeitige Vorkommen der verschiedenartigen Ätherwellen in dem gemischten Licht unserer Lichtquellen ist nun der Grund, daß wir die nicht selbst leuchtenden Körper der uns umgebenden Welt farbig sehen, und zwar ist die Qualität, der Ton der Farbe davon abhängig, wie sich die betreffenden Körper nach ihrer molekularen Zusammensetzung den einzelnen Lichtstrahlen des gemischten Lichtes gegenüber verhalten, welche Strahlen und in welchen Mengen von dem beobachteten Körper reflektiert bezw. (bei durchsichtigen Körpern) durchgelassen, und welche Strahlen absorbiert werden, unserm Auge mithin unsichtbar bleiben. Läßt z. B. ein bestimmter Gegenstand unter allen auf ihn fallenden Strahlen des gemischten Tageslichtes hauptsächlich nur die langwelligen in unser Auge gelangen, während er alle übrigen mehr oder weniger absorbiert, so sehen wir ihn rot; reflektiert er dagegen nur die kurzwelligen Lichter und absorbiert die andern, so wird er uns blau oder violett erscheinen, je nach der Wellenlänge der unser Auge treffenden Strahlen. Das Gleiche gilt mutatis mutandis für die übrigen Farben. Werden so gut wie alle Lichtstrahlen von dem betreffenden Objekt reflektiert, so erscheint es uns weiß oder grau, je nach der Menge der reflektierten Strahlen; gelangen dagegen sämtliche Strahlen zur Absorption, findet also seitens des betrachteten Körpers eine Reizeinwirkung auf unser Auge überhaupt nicht statt, so sehen wir ihn schwarz; die gleiche farblose Empfindung können wir allerdings auch dann von einem Gegenstand haben, wenn die von ihm reflektierten Strahlen eine so geringe Helligkeit besitzen, daß sie keine spezifisch farblose Empfindung in unserem Auge mehr auszulösen vermögen.

Das Wesen der Farbe ist hiernach, rein physikalisch betrachtet, lediglich nur Bewegung und eine Bewegung kann wohl eine langsame oder eine schnelle sein, sie kann rhythmisch oder unregelmäßig erfolgen, aber sie kann an und für sich niemals farbig sein; erst in unserm Auge bezw. in unserm Gehirn wird diese Bewegung zu der Empfindung umgeformt, welche wir rot, grün usw. nennen. Die Farben sind mithin nichts außerhalb unseres Körpers objektiv Existierendes, sondern stets nur eine Funktion unseres Auges, Reaktionszustände unserer eigenen Organisation gegen gewisse außerhalb unseres Körpers wirklich vorhandene Bewegungen des Äthers; sie sind — wie Johannes Müller sagt — nie ein sinnlich empfindbares Äußeres, sondern immer ein sinnlich Empfundenes, die Energieen der Sinnlichkeit selbst. Es ist also der Begriff der Farbe im allgemeinen wie auch bezüglich der Qualität der einzelnen Farben im besondern nur ein Ausfluß unserer eigensten Subjektivität, unser ganzes

Farbensystem mit all seinen Eigentümlichkeiten mithin lediglich nur ein Produkt unserer körperlich-menschlichen Organisation; es kann daher auch dieses unser Farbensystem unmöglich ohne weiteres auf alle Lebewesen der Schöpfung übertragen werden, sondern ist stets nur für solche als gültig und verbindlich anzusehen, deren Sehorgan sich hinsichtlich seines anatomischen Baues wie seiner physiologischen Betätigung dem unsrigen vollkommen gleich erweist.

Wie kann nun ein Lichtstrahl von einer bestimmten Wellenlänge, der unser Auge trifft, eine farbige Empfindung bei uns auslösen? Wie haben wir uns hier die Umsetzung des physikalischen Reizes in den eigentlich nervösen Vorgang physiologisch zu erklären? Bedeutende Männer der Wissenschaft haben sich um die Erforschung dieses hochinteressanten Problems bemüht und versucht, seiner Lösung durch die Aufstellung bestimmter Theorieen der Farbenempfindung näher zu kommen; allein die Zahl derartiger Theorieen ist im Laufe der Zeit eine so große geworden, daß es unmöglich ist, sie auch nur der Mehrzahl nach hier zu besprechen. Ich werde mich vielmehr auf die kurze Wiedergabe derjenigen Hypothese der Farbenempfindungen beschränken, welche nicht allein die bekannteste unter den wissenschaftlich anerkannten Theorieen ist, sondern welche auch in verhältnismäßig einfacher und verständlicher Weise und in wesentlicher Übereinstimmung mit den wirklichen Erscheinungen die Tatsachen der Farbenphysiologie zu erklären sucht: das ist die von dem Engländer Joung bereits im Jahre 1801 entwickelte und von Helmholtz und König später weiter ausgebaute sogenannte Dreifarbentheorie. Ihre eigentliche Basis ist der ganz allgemeine Grundgedanke, daß unser Sehapparat sich aus einer beschränkten Zahl von Bestandteilen zusammensetzt, welche durch die Lichtstrahlen nur in 3 Beziehungen veränderlich sind und durch deren verschiedene Betätigung die Verschiedenheiten unserer Gesichtsempfindungen in Bezug auf Farbe und Helligkeit bestimmt werden. Um für jene Bestandteile und physiologischen Teilvorgänge einen allgemeinen und abstrakten Ausdruck zu haben, hat man für sie die Bezeichnung Komponenten des Sehorgans eingeführt und bezeichnet demgemäß diese Theorie auch als Drei-Komponententheorie, worunter also die Gliederung des Sehorgans in 3 verschiedene Bestandteile bezw. nervöse Vorgänge zu verstehen ist. Hinsichtlich der Art und Weise nun, in welcher wir uns des Genaueren diese dreifache Bestimmtheit physiologischer Betätigung zu denken haben, gehen die Anschauungen auch heute noch weit auseinander. Die plausibelste Vorstellung ist wohl die, daß in den vom Licht zunächst affizierten Teilen der Netzhaut und zwar in den Zapfen eine Mischung

verschiedener lichtempfindlicher Substanzen anzunehmen ist, welche durch die Einwirkung bestimmter Lichtstrahlen chemisch zersetzt werden und hierbei Umwandlungsprodukte entstehen lassen, welche die drei Komponenten des Sehorgans in dreifach spezifisch verschiedener Weise erregen; hierbei bleibt es dahingestellt, ob man sich diesen physiologischen Prozeß als die verschiedenen Tätigkeitsarten innerhalb einer Nervenfaser oder von drei verschiedenen Faserarten vorzustellen hat, oder ob man schließlich an drei besondere Arten von Nervenzellen zu denken hätte, von denen jede nur einer ganz bestimmten Tätigkeit fähig wäre. Jede dieser drei Komponenten ist nun weiterhin nach der Helmholtz'schen Theorie in spezifischer Weise nur durch Licht bestimmter Wellenlängen erregbar und zwar wird die erste Komponente hauptsächlich nur durch langwelliges Licht, die zweite durch Licht mittlerer Wellenlänge und die dritte durch kurzwelliges Licht in den ihr charakteristischen Erregungszustand versetzt, welchem die drei besonderen Empfindungsqualitäten Rot, Grün und Violett entsprechen. In diesem Sinne kann man also von einer Rot-, Grün- und Violett-Komponente unseres Sehapparates sprechen oder unter Heranziehung der vorhin erwähnten speziellen Vorstellung auch von Rot, Grün und Violett empfindenden Nervenfasern[1]). Es wäre dann weiter anzunehmen, daß die Empfindung des Gelb auf einer gleichzeitigen Tätigkeit der Rot- und Grün-Komponente, eine weiße Empfindung auf der gleichzeitigen und gleichstarken Betätigung aller drei Komponenten beruhen werde usw. Damit habe ich im wesentlichen die Grundzüge der berühmten und viel umstrittenen, in ihrer vornehmlich physiologischen Bedeutung häufig genug mißverstandenen Helmholtz'schen Dreifarbentheorie wiedergegeben und möchte mich absichtlich auf die weiteren Details und Probleme, so interessant sie auch sein mögen, hier nicht näher

1) Von dieser Hypothese ausgehend, haben König und Dieterici ausgedehnte Untersuchungen über die Empfindlichkeit des farbentüchtigen Auges für die 3 Elementarempfindungen angestellt und hiernach die Erregbarkeitsverhältnisse der Rot-, Grün- und Violett-Komponente für die Lichtstrahlen verschiedener Wellenlängen berechnet. Hierbei haben sich feststehende Reizwerte für die drei Komponenten innerhalb der einzelnen Wellenlängen ergeben, sodaß bei graphischer Uebertragung dieser Verhältnisse auf ein Ordinatensystem, dessen Abszisse durch das Spektrum mit seinen verschiedenen Wellenlängen bezw. Farben repräsentiert wird, sich die Rot-, Grün- und Violett-Komponente als 3 ihrem Verlauf nach von einander wesentlich verschiedene und charakteristische Kurven darstellen mit steiler Erhebung von der Stelle ihrer größten Empfindlichkeit im Rot, Grün und Violett und mit mehr oder weniger schnellem Abfall nach den übrigen Teilen des Spektrums zu.

[illegible]

[illegible] Man hat diese Erscheinung, die man ja auch im täglichen Leben häufig genug beobachten kann und hier durch die Verschiedenheit des Geschmacks sich erklärt, darauf zurückgeführt, daß die Macula lutea der Netzhaut je nach ihrer individuell verschiedenen. stärkeren oder geringeren gelben Pigmentierung[1], ungleiche Absorptionsverhältnisse für die einzelnen Wellenlangen des Lichtes bietet, daß sie also gewissermaßen wie eine gelbe Scheibe, ein Gelbfilter wirkt, der je nach seiner verschiedenen Dichtigkeit die grünen und blauen Lichtstrahlen bei ihrem Durchtritt durch Absorption beeinflußt und dadurch in individuell verschiedener Weise auf das Auge einwirken läßt. Während die beiden

1) Deren Existenz von Gulstrand für das lebende Auge in jüngster Zeit auf das lebhafteste bestritten wird.

eben besprochenen Erscheinungen für die Farbentüchtigkeit des Auges, soweit es sich um das direkte Sehen handelt, ohne Bedeutung sind und sein normales Farbenunterscheidungsvermögen in keiner Weise beeinträchtigen, kann nun das trichromatische System sowohl in seinen zentralen, wie in seinen mehr peripher gelegenen Abschnitten bestimmte Abweichungen von der Norm aufweisen, welche im Sinne der Helmholtz'schen Theorie nach zwei Richtungen hin denkbar sind und auch tatsächlich zur Beobachtung gelangen: entweder fehlen die 3 farbenempfindlichen Nervenelemente überhaupt bezw. teilweise, oder sie sind zwar vorhanden, aber qualitativ verändert. Im ersteren Fall würde hieraus die Farbenblindheit, totale bezw. partielle Form, resultieren, im letzteren eine Anomalie, welche die sogenannten Farbenanomalen oder anomale Trichromaten (Farbenschwache) in sich faßt.

2. Die Störungen des Farbensehens.

Die wissenschaftliche Kenntnis der Farbensinnstörungen datiert aus dem Jahre 1794, als der berühmte englische Chemiker und Physiker Dalton die Tatsache veröffentlichte, daß er selbst die Farben nicht so sehe wie seine Freunde und Bekannten und gleichzeitig eine ausführliche Beschreibung dieses seines Zustandes gab. Nach ihm hat dann diese Störung, als man auch noch eine Anzahl anderer Personen damit behaftet fand, den Namen Daltonismus erhalten, den sie auch heute noch vielfach führt, trotzdem die Engländer gegen diese Art und Weise, das Andenken ihres Landsmannes durch ein körperliches Gebrechen zu verewigen, lebhaften Protest erhoben haben. Goethe hat dann weiter auf Grund experimenteller Untersuchungen versucht, die Beziehungen der Farbenblindheit zum normalen Farbensinn wissenschaftlich zu ergründen; er kam hierbei zu dem Resultat, daß das Wesen des Daltonismus in einem Mangel der Blauempfindung beruhen müsse und schlug auf Grund dieser Vorstellung die Bezeichnung Akyanoblepsie vor. Von besonderer Tragweite jedoch für die weitere Erforschung dieses Gebietes wurde die internationale Einführung der farbigen Signale im Bereiche des Eisenbahn- und Seeverkehrs, indem dadurch die Farbensinnstörungen nicht mehr bloß ein speziell wissenschaftliches Interesse behielten, sondern gleichzeitig von eminent praktischer Bedeutung für wichtige Zweige des Berufslebens wurden. Namentlich war es der englische Professor Wilson, der zuerst auf die Gefahren und folgenschweren Irrtümer hinwies, zu denen die Verwechselung farbiger Signale seitens farbenblinder Beamten auf der Eisenbahn wie auf

Schiffen Veranlassung geben könnte und daher lebhaft wieder für die Abschaffung aller farbigen Signale eintrat. Durch umfassende theoretische und praktische Studien hat dann der schwedische Physiologe Holmgren die Lehre von der Farbenblindheit in der bedeutendsten Weise gefördert, die erste auf wissenschaftlichen Grundsätzen beruhende diagnostische Untersuchungsmethode ausgearbeitet und dieselbe für die Zulassung zum Eisenbahn- und Marinedienst in seinem Vaterlande durch die Regierung obligatorisch machen lassen, welchem Beispiel bald alle übrigen zivilisierten Staaten gefolgt sind.

Unter der großen Zahl deutscher Gelehrter, welche sich um die wissenschaftliche Erforschung dieses Gebietes verdient gemacht haben, seien hier nur die Namen von Helmholtz, König, Hering, v. Kries und Nagel herausgegriffen; ihnen allen verdanken wir eine ganze Reihe vorzüglicher und bedeutender Arbeiten, durch welche die schwierige Lehre von den angeborenen Farbensinnstörungen in den wesentlichsten Punkten jetzt eine befriedigende Klärung gefunden hat und welche für die spezielle Auffassung der gesetzmäßigen Beziehungen zwischen dem Sehen der Farbenblinden und der Farbentüchtigen geradezu grundlegend geworden sind.

Die angeborenen[1]) Farbensinnstörungen zerfallen in zwei große Gruppen, welche streng von einander geschieden werden müssen, in die Gruppe der Farbenblinden und in die Gruppe der Farbenanomalen, auch anomale Trichromaten (Farbenschwache) bezeichnet. Übergangsformen zwischen diesen beiden Gruppen in dem Sinne, daß es für den Praktiker schwierig, wenn nicht unmöglich sein kann, mit den ihm zur Verfügung stehenden diagnostischen Hilfsmitteln im gegebenen Fall zu entscheiden, ob der Untersuchte farbenblind oder farbenanomal ist, kommen, wenn auch immerhin selten, vor; allein für die Praxis der Farbensinnprüfungen sind derartige Ausnahmefälle ohne Belang, da es sich hierbei in letzter Linie doch immer nur darum handelt, ein Urteil darüber zu gewinnen, ob Farbentüchtigkeit vorliegt oder nicht, die Ermittelung der etwaigen speziellen Form also, so wünschenswert sie auch im wissenschaftlichen Interesse im allgemeinen ist, doch nicht immer unbedingt erforderlich sein wird.

1) Für die erworbenen Farbensinnstörungen, wie sie bei Erkrankungen der Netzhaut und des Sehnerven zur Beobachtung gelangen, konnten bestimmte Typen bisher noch nicht mit Sicherheit festgelegt werden. Die häufigste der hierbei vorkommenden Farbensinnstörungen ist wohl diejenige Form, bei welcher es zu einer Beeinträchtigung der Grünempfindung kommt, während die Rot- und Blauempfindung in normalen Grenzen bleiben. Daneben kann man aber auch Störungen beobachten, welche denen der angeborenen Farbenblindheit außerordentlich ähnlich sind.

Von diesen rein praktischen Erwägungen ausgehend und gestützt auf vielseitige Erfahrungen aus einer großen Anzahl mühevoller und zeitraubender Untersuchungen über die Farbentüchtigkeit der Eisenbahnbeamten, hat der Berliner Physiologe Professor Nagel vorgeschlagen, den Ausdruck „farbenblind", der bisher vielfach ganz allgemein für alle überhaupt vorkommenden Farbensinnanomalien unterschiedslos angewandt wurde und auch in den Reglements der Eisenbahnbehörde so vorgesehen war, in seiner Bedeutung als Kollektivbegriff fallen zu lassen und hierfür die Bezeichnung „farbenuntüchtig" zu wählen, ihn dagegen für diejenige spezielle Form der Farbensinnstörungen zu reservieren, welche die typischen Farbenblinden in sich faßt. Es soll dadurch dem untersuchenden Arzt möglich gemacht werden, in den Fällen, in denen er wirklich nicht entscheiden kann, ob der zu Prüfende farbenblind oder farbenanomal ist, sich trotzdem durch eine wissenschaftlich zutreffende wie durchaus präzise Diagnose zu helfen, nach der sich die Behörde in jedem Fall gut richten kann. Dementsprechend will Nagel bei der Untersuchung des Farbenunterscheidungsvermögens im Bereiche der Eisenbahnverwaltung, in derem Auftrage er an die Prüfung und Umgestaltung dieser wichtigen Verhältnisse herangetreten war, unterschieden wissen: allgemein zwischen farbentüchtigen und farbenuntüchtigen Individuen, im speziellen bei letzteren zwischen Farbenblinden und Farbenanomalen. Es versteht sich von selbst, daß eine derartige Einteilung, wie jede enge Begrenzung bestimmter Begriffe in den naturwissenschaftlichen Disziplinen überhaupt, ihre wissenschaftlichen Bedenken hat; allein die Verhältnisse in der Praxis erfordern nun einmal die Festlegung bestimmter Grenzen, will man nicht der rein willkürlichen Beurteilung Tür und Tor öffnen. Der Arzt, an dessen diagnostische Kunst auf dem Gebiete der Farbensinnanomalien besondere Anforderungen ja nicht gestellt werden können, muß ein Schema haben, nach dem er sich in allen Fällen richten kann und in welches sämtliche Fälle hineinpassen, und von diesem praktischen Gesichtspunkt aus bedeutet die von Nagel empfohlene neue Nomenklatur und Einteilung der Farbensinnstörungen zweifellos eine wesentliche Verbesserung gegenüber der bisherigen, zumal es dem genannten Forscher gelang, ein Untersuchungsverfahren auszuarbeiten, das sowohl die Farbenblinden als die Farbenanomalen exakt ermitteln läßt. In einer vor ungefähr Jahresfrist stattgehabten Sitzung des Berliner bahnärztlichen Vereins ist dieser Vorschlag von Professor Nagel Gegenstand eingehender Beratung gewesen und hat dem Verein Veranlassung gegeben, in einer entsprechenden Resolution dem Eisenbahnministerium zu empfehlen, die Farbenanomalen in prak-

tischer Hinsicht den Farbenblinden gleichzusetzen und sie zu einer gemeinsamen Gruppe der Farbenuntüchtigen zu vereinigen, die im Gegensatz zu den Farbentüchtigen von bestimmten Berufszweigen im Eisenbahndienst auszuschließen wären. Nach eingehender Prüfung aller in Betracht kommenden Verhältnisse hat das Eisenbahnministerium diese Resolution des Berliner bahnärztlichen Vereins definitiv angenommen und in allen unterstellten Direktionsbezirken jetzt allgemein zur Durchführung gebracht.

Die Farbenblindheit kommt in zwei Formen vor: als totale und als partielle Farbenblindheit. Die totale Farbenblindheit ist ungemein selten — es sind bisher nur wenige Fälle beobachtet — und dadurch charakterisiert, daß sich alle Lichteindrücke nur durch ihre verschiedene Intensität unterscheiden, Farben werden überhaupt nicht erkannt. Das Spektrum erscheint solchen Individuen als ein farbloser Streifen von ungleicher Helligkeit; sie werden also die Schöpfung, die Natur etwa ebenso sehen, wie uns Photographieen, Kupferstiche vorkommen; für sie existiert das Licht nur in einer Reizart, man hat ihr Farbensystem daher auch als einfarbiges, monochromatisches bezeichnet.

Die totale Farbenblindheit ist nun stets mit anderweitigen Störungen des Sehvermögens kompliziert, die Sehschärfe ist regelmäßig erheblich, auf $^1/_5$ bis $^1/_{10}$ der Norm, herabgesetzt; es besteht dauernd Lichtscheu, häufig auch Nystagmus. Aus diesem Grunde kommt der totalen Farbenblindheit auch eine besondere praktische Bedeutung nicht zu; die betreffenden Individuen wissen in der Regel meist, was ihnen fehlt und sind infolge der stets gleichzeitig vorhandenen hochgradigen doppelseitigen Schwachsichtigkeit von vielen Berufsarten, insbesondere vom Eisenbahn- und Marinedienst, selbstverständlich ausgeschlossen. Die Diagnose ergibt sich ohne weiteres aus der charakteristischen Störung.

Von größter praktischer Bedeutung dagegen ist die zweite Form, die partielle Farbenblindheit; ihr Zustandekommen hat man sich nach der Helmholtz'schen Dreikomponenten-Theorie so zu erklären, daß von den unter normalen Verhältnissen existierenden drei (Rot-, Grün- und Violett-) Komponenten eine ausgefallen ist, sodaß von vornherein nur zwei Komponenten vorhanden und mithin auch nur zwei Grundfarbenempfindungen möglich sind; daher auch die Bezeichnung: dichromatischer Farbensinn, Dichromaten für diese partielle Form der Farbenblindheit, die mithin als eine Reduktionsform des trichromatischen Systems aufzufassen wäre.

Je nachdem nun die erste Komponente, die Rotkomponente, oder

die zweite Komponente, die Grünkomponente, oder die dritte Komponente, die Violettkomponente fehlt, unterscheidet man unter den partiell Farbenblinden: Protanopen oder Rotblinde, Deuteranopen oder Grünblinde und Tritanopen oder Violettblinde. Die Bezeichnung Protanopen, Deuteranopen und Tritanopen, die von v. Kries stammt, ist jedenfalls die beste und die für wissenschaftliche Zwecke gebräuchlichste, da sie unter allen Umständen Mißverständnisse und Irrtümer vermeidet. Für den allgemeinen praktischen Gebrauch dagegen wird sie sich kaum einbürgern, da sie — um wirklich verstanden zu werden — doch immerhin einige theoretische Vorkenntnisse voraussetzt, die man vom praktischen Arzt nicht ohne weiteres verlangen kann. Es ist daher sicher zweckmäßiger, sich für die Gruppierung der partiell Farbenblinden die alte Helmholtz'sche Bezeichnung zu eigen zu machen und Rotblinde, Grünblinde und Violettblinde zu unterscheiden, auch wenn diese Nomenklatur bisweilen zu Mißverständnissen Anlaß geben kann und gegeben hat. Aber selbst die Auseinanderhaltung dieser drei Typen der partiell Farbenblinden ist für den Praktiker entbehrlich, auch durchaus nicht immer ganz leicht, und ich möchte es daher für zweckmäßiger und auch für die praktischen Bedürfnisse für vollkommen ausreichend halten, von vornherein auf die Differentialdiagnose, welche der drei Formen von Farbenblindheit vorliegt, zu verzichten und sich damit zu begnügen, festzustellen, daß Farbenblindheit vorhanden ist oder nicht. Für wissenschaftliche Zwecke kommt man natürlich ohne die spezifizierte Diagnose nicht aus, in solchen Fällen muß man sich dann eben den Geübteren oder den Fachmann zu Rate ziehen, der auf diesem Gebiet genau Bescheid weiß. Für die allgemein gefaßte Diagnose kann man sich dann zweckmäßig der Bezeichnung rot-grünblind bedienen, womit gesagt sein soll, daß Rot- oder Grünblindheit vorliegt; die Violettblindheit kann hierbei unbedenklich vernachlässigt werden, da sie ungemein selten vorkommt und nur wenige Fälle bisher bekannt geworden sind.

Ich hatte bereits erwähnt, daß wir die Farbenblindheit als eine Ausfallserscheinung aufzufassen haben, indem das trichromatische Sehorgan durch das Fehlen einer seiner drei Komponenten in ein dichromatisches umgewandelt wird, sie stellt also nicht etwa eine pathologische Störung dar, sondern repräsentiert ebensogut einen Farbensinn, wie es der normale tut, nur von anderer und zwar einfacherer Natur. Derjenige, den wir farbenblind nennen, ist es im Grunde genommen eigentlich garnicht; denn er sieht schließlich dieselben Arten des Lichtes, wie der Normalsichtige, nur sieht er einen

Teil derselben in anderer Weise. In seinem Farbensystem existieren weniger Arten als in dem des Normalsehenden, und deshalb belegt er einen Teil der Farben, welche der Normalsehende unter verschiedene Rubriken einreiht, mit gleichen Namen. Daraus ergibt sich, daß er zwischen bestimmten Farben, welche das normale Auge als verschiedene auffaßt, eine Ähnlichkeit finden oder sie miteinander verwechseln muß, wie zum Beispiel Rot mit Grün, und das läßt sich wiederum leicht erklären, wenn man berücksichtigt, daß dem Dichromaten, dem die Rot- oder Grünkomponente fehlt, alle diejenigen Lichtstrahlen gleichfarbig erscheinen werden, welche sich für den Farbentüchtigen nur bezüglich ihrer Wirkung auf die Rot- oder Grünkomponente von einander unterscheiden. Und so hat man denn an der Hand der Helmholtz'schen Theorie die bei den verschiedenen Formen der Farbenblindheit auftretenden Verwechselungsfarben theoretisch konstruiert und sie in der Tat in der Praxis auch vielfach bestätigt gefunden, nur daß die Verhältnisse hier doch noch wesentlich komplizierter liegen, da im praktischen Leben die reinen spektralen Farben verhältnismäßig selten zur Perzeption gelangen, es sich vielmehr fast immer um körperliche, durch Mischung von Pigmenten erzeugte Farben handelt, welche nicht reine Farbentöne aufweisen, sondern mehr oder weniger Weiß enthalten, also nicht gesättigt sind. Ich möchte absichtlich nicht näher auf die theoretische Erklärung dieser Verwechselungserscheinungen hier eingehen, sondern mich damit begnügen, die praktisch wichtige Tatsache hervorzuheben, daß allen Rot-Grünblinden die Möglichkeit der Verwechselung von Gelb sowohl mit Rot, wie mit einem gelblichen Grün, und damit auch von Rot und Grün charakteristisch ist, und daß ferner unter diesen drei Farben für den Rotblinden das Rot, für den Grünblinden das Grün die bei weitem dunkelste Farbe darstellt.

Jedem denkenden Arzt, der diese Verhältnisse kennt und zu würdigen versteht, muß sich unwillkürlich die Frage aufdrängen, wie sehen nun die Farbenblinden in Wirklichkeit die Farben, die sie mit einander verwechseln und die uns so grundverschieden vorkommen? welche farbige Empfindung haben sie z. B., wenn sie rot und gelb oder rot und grün nebeneinander sehen und es für gleichfarbig halten? Abgesehen davon, daß es, ganz allgemein betrachtet, kaum möglich ist, sich durch eine direkte Mitteilung oder Beschreibung genau die Empfindungen veranschaulichen zu lassen, die irgend ein anderer beim Betrachten eines bestimmten Gegenstandes erhält, so dürfen wir vor allen Dingen nicht vergessen, daß der Farbenblinde hinsichtlich der Farbenbenennung von Jugend auf an eine Reihe sprachlicher Ausdrücke

gebunden ist, die für sein Farbensystem und damit auch für seine Art des Farbensehens im Grunde nicht passen. Sowohl das farbenblinde wie das farbentüchtige Kind lernen gemeinsam in der Schule im Anschauungsunterricht, daß eine bestimmte ihnen vorgezeigte Farbe rot, eine andere gelb, eine dritte grün genannt wird; sie hören, daß die Ziegelsteine rot, das reife Getreide gelb und das Gras grün sind und werden daher ganz unabhängig davon, welche farbige Empfindung sie beim Betrachten dieser Gegenstände haben, sich bei ihrer Benennung doch stets dieser erlernten Farbennamen bedienen, selbst wenn sie das Rot der Ziegelsteine, das Gelb des Getreides und das Grün des Grases in Wirklichkeit in der gleichen Farbe sehen würden, d. h. also wenn sie rot-grünblind wären. Dem heranwachsenden intelligenten Farbenblinden wird es natürlich auffallen, daß seine Bekannten und Freunde bestimmte Farben, die ihm gleichfarbig erscheinen, verschieden benennen; er wird sich nach anderen Unterscheidungsmerkmalen umsehen und solche auch tatsächlich nach einiger Übung finden, und zwar einerseits in den verschiedenen Helligkeitsgraden, welche die einzelnen Farben bei gleich starker Lichtquelle aufweisen (vergl. Seite 6), andererseits in den charakteristischen Sättigungsunterschieden der einzelnen Pigmentfarben. Und in der Tat können auf diese Weise viele Farbenblinde allmählich eine große Routine darin erlangen, die richtige Farbenbezeichnung zu erraten, wenn es sich um die Beurteilung der Farbe bekannter Gegenstände handelt oder wenn ihnen die Möglichkeit gegeben ist, die Helligkeits- und Sättigungsunterschiede zweier verschiedenfarbiger Lichter mit einander zu vergleichen und hieraus die richtige Bezeichnung zu erschliessen. Sofort unfähig dagegen zur Beurteilung der Farbe wird der Farbenblinde dann, wenn er unbekannte farbige Objekte für sich allein zu beurteilen hat, oder wenn die Farben wenig gesättigt sind, wenn sie also mit viel Weiß oder Grau gemischt sind, oder endlich, wenn er die farbigen Objekte unter kleinem Gesichtswinkel sieht, die Entfernung also groß und das farbige Objekt selbst klein ist, wie es ja in der Regel für alle aus der Ferne gesehenen farbigen Laternen, Flaggen oder Signalscheiben zutrifft. Für den Rotgrünblinden hat dann eine gelbe, eine rote und eine grüne Laterne in Wahrheit dieselbe Farbe, und höchstens Helligkeits- und Sättigungsunterschiede sind es, die ihm unter besonders günstigen Umständen — wenn die Atmosphäre frei von Rauch und Nebel und die Lichtquelle genügend stark ist — die Unterscheidung dieser Signale ermöglichen.

Aus der Tatsache, daß der Farbenblinde unter gewissen Bedingungen im Stande ist, Rot, Gelb und Grün auseinander zu halten,

trotzdem er sie in Wirklichkeit gleichfarbig sieht, geht zur Genüge hervor, daß sich Farbenbenennung und Farbenempfindung beim Dichromaten durchaus nicht immer decken, und es wäre daher sehr gewagt, aus der Art und Weise, wie der Farbenblinde eine Farbe benennt, Rückschlüsse darauf zu machen, wie er die Farbe in Wirklichkeit sieht. Die Farbenbezeichnung ist nun eben einmal erlernt und konventionell, sie ist naturgemäß dem Farbensystem der Majorität, also dem des Farbentüchtigen angepaßt und kann daher auch unmöglich mit dem andersartigen System des Farbenblinden in Uebereinstimmung stehen. Aus diesem Faktum ergibt sich bereits für die Diagnose der Farbenblindheit, wie ich hier vorwegnehmen möchte, der wichtige Schluß, daß es wenig Wert haben wird, festzustellen, wie Jemand diese oder jene Farbe benennt, sondern daß es vielmehr darauf ankommen muß, zu ermitteln, ob bestimmte objektiv verschiedene Farben mit einander verwechselt werden. Auf dieses Prinzip der Vergleichung verschiedener Farben, m. a. W. auf das Farbenunterscheidungsvermögen gründen sich dann auch die meisten Untersuchungsmethoden auf Farbenblindheit; die Benennung der Farben im einzelnen ist hierbei ganz gleichgiltig, sie dient lediglich nur als Hilfsmittel dazu, um festzustellen, ob zwei in Wirklichkeit verschiedene Farben nebeneinander für gleichfarbig gehalten werden oder nicht.

Möglich wäre eine direkte Beantwortung der Frage, was ein dichromatisches Auge in Wirklichkeit sieht, wenn in derselben Person ein farbenblindes und ein farbentüchtiges Auge sich vereinigt findet. Solche Fälle von einseitiger Farbenblindheit sind, wenn sie überhaupt vorkommen, überaus selten. In einem von Hippel und von Holmgren beobachteten Fall war das eine Auge normal, während das andere rotgrünblind war. Hier zeigte es sich nun, daß in beiden Fällen in der Tat gemischtes, also weißes Licht von dem farbenblinden und dem farbentüchtigen Auge gleich gesehen wurde, während das von dem farbentüchtigen als hellrot bezeichnete Licht von dem farbenblinden Auge gelbgrün benannt wurde. Leider sind nun weitere derartige Beobachtungen bisher nicht gemacht worden, sodaß eine definitive Entscheidung der Frage, wie die Farbenblinden in Wirklichkeit die Farben sehen, vor der Hand verfrüht ist, vielleicht auch niemals mit Sicherheit sich ermöglichen lassen wird, da die Farbenblinden eben außerhalb unseres Farbensystems und damit auch außerhalb unserer Farbenauffassung stehen. Aus diesem Grunde ist es auch für den Farbentüchtigen so ungemein schwer, sich in die Farbenempfindungen des Farbenblinden hineinzuversetzen; es geht ihm hierbei vielleicht, wie dem musikalischen Menschen, der sich ebenfalls

nicht in das Tonsystem und die Tonempfindungen des absolut unmusikalischen hineindenken kann und der es nicht versteht, wie eine für ihn durchaus falsche Harmonie von jenem für richtig gehalten oder überhört werden kann. Allerdings ist ein derartiger Vergleich, streng wissenschaftlich genommen, überhaupt nur insofern zulässig, als er sich darauf beschränkt, der Farbenblindheit die Unfähigkeit des Unmusikalischen gegenüberzustellen, Töne bestimmter Höhe auseinander zu halten; im übrigen ist ja auch der Begriff des musikalischen und unmusikalischen Empfindens an und für sich noch viel zu wenig geklärt, um einen solchen Vergleich wissenschaftlich durchführen zu können. Dagegen läßt die ästhetische Seite dieser beiden Empfindungsmodalitäten eine Parallele hier wohl zu und mir wird jeder darin beipflichten müssen, daß die Farbenblindheit ebenso wie ein mangelhafter musikalischer Tonsinn in dieser Hinsicht zweifellos eine gewisse Unterwertigkeit für das Empfindungsleben bedingen muß. Wir alle wissen aus eigener Erfahrung, daß es sogenannte warme und kalte Farben gibt, daß gewisse Farben in uns das Gefühl des Angenehmen, Warmen erwecken, während wieder andere uns abstoßen, uns kalt lassen oder uns traurig stimmen. Die erste Gruppe umfaßt die Farben Rot, Orange und Gelb, also die linke Hälfte des Spektrums, zu der anderen Gruppe rechnet man die Farben Grün, Blau und Violett, die rechte Hälfte des Spektrums. Göthe hat diese entgegengesetzte ästhetische Wirkung der warmen und kalten Farben in seinen „Materialien zur Geschichte der Farbenlehre“ treffend an Gelb und Blau geschildert; er schreibt: „So ist der Erfahrung gemäß, daß das Gelb einen durchaus warmen und behaglichen Eindruck macht, daher es auch in der Malerei der beleuchteten und wirksamen Seite zukommt. Diesen erwärmenden Effekt kann man am lebhaftesten bemerken, wenn man durch ein gelbes Glas, besonders in grauen Wintertagen, eine Landschaft ansieht. Das Auge wird erfreut, das Herz ausgedehnt, das Gemüt erheitert; eine unmittelbare Wärme scheint uns anzuwehen. — Blau steht auf der negativen Seite und ist in seiner höchsten Reinheit gleichsam ein reizendes Nichts. Es ist etwas Widersprechendes von Reiz und Ruhe im Anblick. Das Blau gibt uns ein Gefühl von Kälte, sowie es auch an Schatten erinnert.“ Dieser eigentümliche Einfluß der warmen und kalten Farben auf das menschliche Gemüt läßt sich vielleicht durch ihren verschiedenen Gehalt an thermisch wirkenden Strahlen erklären; die roten Farben enthalten ja unter allen anderen Farben die meisten Wärmestrahlen, es wäre wohl denkbar, daß diese Wärmestrahlen, wenn sie das Auge treffen, im Gehirn eine adäquate seelische Vorstellung

auslösen. Gerade diese ästhetische Wirkung der kalten und warmen Farben auf unser Gemüt ist es ja auch, welche für die Identifizierung seelischer Affekte und Gefühlszustände mit gewissen Farben, also für die Symbolik der Farben, soweit diese überhaupt auf ästhetischen Gründen beruht, von so großer Bedeutung ist. Und die gleichen ästhetischen Momente sind es, welche uns an den farbenprächtigen Reizen der Natur, an dem Farbenkleid der Tier- und Pflanzenwelt Freude und Genuß finden lassen. Der Farbenblinde nun, der Rot und Gelb gleichfarbig sieht, aus dessen Farbensystem also ein Teil der warmen Farben stets ausfällt, muß durch die dadurch bedingte Beeinträchtigung der Mannigfaltigkeit seiner Farbenempfindung auch in seinem ästhetischen Empfinden bezüglich der Farbeneindrücke gegenüber dem Farbentüchtigen benachteiligt sein; er sieht im wahren Sinn des Wortes die Welt mit anderen Augen an, er lebt in einer andern Welt; der Anblick der Natur mit ihren farbigen Reizen und Wundern kann ihm nie und nimmer den Genuß bieten, den sie dem Farbentüchtigen gewährt; er wird in dieser Beziehung ebenso dastehen wie der Unmusikalische, der ebenfalls nicht den hohen idealen Genuß kennt, den die Musik mit ihrer Wirkung auf Seele und Gemüt dem im Reich der Töne Wandelnden in so reichlichem Maße spendet.

Die partielle Farbenblindheit wird nun für die Angehörigen vieler Berufsarten in hohem Grade störend, wenn es ihnen auch häufig gelingt, durch sorgfältige Berücksichtigung von Helligkeits- und Sättigungsunterschieden ihren Defekt wenigstens teilweise zu ergänzen. Manche Handwerker und Fabrikarbeiter, wie Schneider, Maler, Färber und Weber können so in der Ausübung ihres Berufes behindert werden, ebenso der Arzt, der Chemiker und der Botaniker. Besonders für den praktischen Arzt bedeutet die Farbenblindheit zweifellos eine Erschwerung, unter Umständen sogar eine wesentliche Beeinträchtigung seines diagnostischen und damit auch seines therapeutischen Könnens, denn unsere ganze medizinische Diagnostik gründet sich ja zum großen Teil auf die Wahrnehmung von Farbenunterschieden. Wenn er auch durch Übung und Schärfung seiner Beobachtungsgabe, durch Heranziehung und Berücksichtigung aller möglichen sekundären Kriterien — vorausgesetzt daß er seine Störung ihrem Wesen nach überhaupt kennt — imstande ist, das Manko bis zu einem gewissen Grade zu ersetzen, so kann er doch nie lernen alles zu sehen, was die Majorität sieht und wird daher bei der diagnostischen Beurteilung aller jener vielgestaltigen Farbenveränderungen, denen wir in der praktischen Medizin auf Schritt und Tritt begegnen, mehr oder weniger unsicher gehen; dies gilt namentlich für alle diejenigen Fälle, in denen es

darauf ankommt, besonders feine Farbennüancen auseinander zu halten, oder wo die Farbentöne wenig gesättigt, also stark mit Weiß oder Grau vermischt sind. Manche Exantheme der Haut und Schleimhaut können auf diese Weise der Diagnose erhebliche Schwierigkeiten bereiten. Wesentlich ungünstiger ist der Farbenblinde schon dann gestellt, wenn es sich darum handelt, Farbenveränderungen nicht nur an und für sich, sondern in ihrer spezifischen Farbigkeit heraus zu erkennen, wie es z. B. bei der chemischen (quantitativen und qualitativen) Untersuchung des Urins, des Magensaftes etc. unbedingt verlangt wird; die Gmelin'sche Probe, die Blutprobe, die Diazoreaktion, die Salzsäurebestimmung mittels Phenolphtaleïn und viele andere Reaktionen werden vom farbenblinden Mediziner falsch bewertet oder überhaupt verkannt; bei der Deutung verschieden gefärbter mikroskopischer Präparate und Schnitte wird er groben Irrtümern ausgesetzt sein; rotgefärbte Tuberkelbazillen wird er in ihrer charakteristischen Färbung nie sehen können, sie werden ihm schwarz oder grau erscheinen. Durchaus ungeeignet ist der farbenblinde Arzt zur spezialistischen Ausbildung in der Augenheilkunde, in der die sichere Erkennung und Deutung der feinsten Farbenveränderungen das tägliche Brot des untersuchenden Arztes bilden. Alle jene feinen pathologischen Veränderungen des Augenhintergrundes, welche mit einer gelblichen oder rötlichen Verfärbung einzelner umschriebener Stellen einhergehen und welche in der großen Mehrzahl der Fälle die Diagnose ohne weiteres entscheiden, bleiben für den farbenblinden Untersucher unsichtbar, ebenso einzelne nicht minder wichtige pathologische Prozesse am äußeren Auge, unter denen besonders die beginnende Ziliarinjektion erwähnt sei, deren Diagnose für den Farbenblinden so gut wie unmöglich ist. Daß unter diesen Umständen die Farbenblindheit den Studiengang des Mediziners, sowie seine ärztliche Ausbildung wesentlich beeinflussen und erschweren muß, liegt auf der Hand, und es wäre daher vielleicht das beste, — wie es die Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen getan hat — Farbenblinde vom Studium der Medizin überhaupt auszuschließen. Zum mindesten aber muß verlangt werden, daß es der Mediziner von Beginn seines Studiums an weiß, wenn er farbenblind ist, und diese Tatsache nicht erst rein zufällig in den höheren Semestern erfährt, wie es bei der Mehrzahl aller Farbenblinden der Fall ist. Wenn er über die Eigenart seines Farbensinnes orientiert ist, wenn er weiß, welche Farben ihm anders als dem Normalen erscheinen, so wird naturgemäß sein eigenes Interesse an dieser Störung ein wesentlich lebhafteres werden und er wird jede Gelegenheit benutzen, Vergleiche zwischen

seinem Farbensehen und dem des Normalen anzustellen; er wird es dann allmählich merken, welche Fehler er im Einzelnen macht und wird es bis zu einem gewissen Grade lernen, sie zu vermeiden. Die Universitäten sollten daher für die Immatrikulation bei der medizinischen Fakultät die Beibringung einer ärztlichen Bescheinigung obligatorisch machen, aus der hervorgeht, daß der Betreffende auf Farbentüchtigkeit ärztlich untersucht ist und mit welchem Ergebnis. Das Gleiche gilt in entsprechender Weise für das chemische und botanische Studium[1]).

Direkt gefährlich dagegen kann die Farbenblindheit für die Interessen des Eisenbahn- und Marinedienstes werden, wenn es sich um die Erkennung und Unterscheidung bestimmter farbiger Signale handelt, weshalb auch mit Recht die Zulassung zu diesen Berufsarten von der normalen Beschaffenheit des Farbensinnes abhängig gemacht wird. Und in der Tat hängt ja oft von dem zuverlässigen Funktionieren des Farbensinnes eines Eisenbahn- oder Marinebeamten die Sicherheit ganzer Eisenbahnzüge oder Schiffe und damit das Leben zahlreicher Personen ab. Allerdings fehlt es bisher an dem wissenschaftlichen Beweis, daß Eisenbahn- oder Schiffsunglücke durch die Farbenblindheit ihrer Beamten häufiger verschuldet gewesen wären, (wohl deshalb, weil das verantwortliche Personal in solchen Fällen meistens zuerst oder mit verunglückt), und diese Tatsache ist von den Gegnern der obligatorischen Farbensinnprüfung vielfach dazu benutzt werden, um gegen die Ausschließung der Farbenblinden vom Eisenbahn- und Marinedienst Front zu machen, glücklicherweise bisher ohne Erfolg. Denn selbst wenn es der Farbenblinde durch Übung bis zu einem gewissen Grade dahin bringt, die roten, grünen und weißen (gelben) Signale auseinanderzuhalten, so handelt es sich bei ihm doch nie um ein sicheres Erkennen dieser Farben auf Grund von drei spezifisch verschiedenen Empfindungen, sondern immer um ein Erraten und Vermuten, das vielleicht 99 mal richtig erfolgt, im 100. Falle aber vollständig versagen kann. Es braucht nur einmal die Helligkeit einer der Laternen aus irgend einem Grunde beeinträchtigt zu sein, z. B. wenn Ruß, Wasserdampf, Eis oder Schnee an dem farbigen Glas haftet, oder die Atmosphäre ist mit Rauch oder Nebel erfüllt, sodaß die Sättigungsverhältnisse der Farben andere werden, so ist der farbenblinde Beamte tatsächlich außer stande, zu entscheiden, ob das gegebene Signal grün oder rot ist, ob es „Bahn frei“ oder „Halt“ bedeutet. Ich glaube nicht, daß jemand von den-

1) Für die Zulassung zum pharmazeutischen Beruf ist die Prüfung auf Farbentüchtigkeit bereits vorgeschrieben, sie erfolgt hier durch den zuständigen Kreisarzt (§ 43 der Apotheken-Betriebs-Ordnung).

jenigen Ärzten und Beamten, welche die Farbensinnprüfung als überflüssig und nutzlos abgeschafft wissen wollen, dazu zu bewegen sein würde, nachts auf eingleisiger Strecke einen D-Zug zu benutzen, der von einem notorisch farbenblinden Lokomotivführer gefahren wird, der sich also. bei Beurteilung der für ihn maßgebenden Signale, ob die Strecke frei ist oder nicht, lediglich danach richtet, ob er einen schwachen oder einen starken Lichtschein am Signalmast vor sich sieht. Eine andere Frage dagegen, die schon von Holmgren im Jahre 1878 in seiner epochemachenden Arbeit über „die Farbenblindheit in ihren Beziehungen zu den Eisenbahnen und der Marine“ erwähnt ist und die auch kürzlich wieder auf dem Metzer Bahnarzttage 1904 von Ullersberger-Straßburg angeschnitten und lebhaft diskutiert wurde, wäre hier noch kurz zu streifen: nämlich, ob man nicht besser täte, die farbigen Signale überhaupt abzuschaffen und dafür nur weißes Licht in verschiedener Gruppierung zu verwenden, für Rot vielleicht drei, für Grün zwei Lichter, für Weiß ein Licht in entsprechender Anordnung neben oder unter einander. Zweifellos ist dieser Vorschlag diskutabel, wenigstens für die Eisenbahnverwaltung, vorausgesetzt daß es technisch durchführbar ist; dagegen dürfte seine Realisierung bei der Marine aus mannigfachen Gründen unmöglich sein, auch würde sich ein Ersatz für die im Tagesverkehr auf See gebräuchliche Flaggensprache mit ihren zahlreichen Kombinationen der verschiedenartigsten farbigen Flaggen kaum so leicht finden lassen. Im Übrigen darf man hierbei auch nicht vergessen, daß unser gesamtes farbiges Signalsystem auf internationalen Abmachungen beruht, deren Änderung manche Weiterungen und Umständlichkeiten im Gefolge haben würde. Bei dieser Lage der Dinge wird daher vorläufig wenigstens, vielleicht auch für immer, an eine Modifikation unseres jetzigen farbigen Signalsystems in dem eben angedeuteten Sinne kaum zu denken sein, und solange wir daher dieses Signalsystem, das auf ein sicheres und schnelles Farbenunterscheidungsvermögen gegründet ist, beibehalten, haben auch die verantwortlichen Behörden im Interesse der Sicherheit des Betriebes wie des Lebens und der Gesundheit des Publikums die Pflicht, alle Übelstände und Gefahren aus dem Wege zu räumen, mit denen die Farbenblindheit den Verkehr bedroht, und das ist ausschließlich nur dadurch zu erreichen, daß sämtliche Farbenblinde ohne Ausnahme von solchen Stellungen ferngehalten werden, in denen sie mit dem Signaldienst irgendwie zu tun haben. Diese Erwägungen haben denn auch die Behörden veranlaßt, bei der Kaiserl. Marine wie bei der Handelsmarine, bei unseren Eisenbahntruppen wie bei der Staatseisenbahnverwaltung die Farbentüchtigkeit für einen Teil dieser

Berufsangehörigen zur Bedingung für ihre Tauglichkeit zu machen, und zwar sind es bei der Kaiserl. Marine die Mannschaften der Matrosen-Divisionen und das Matrosenpersonal der Torpedo-Abteilungen, bei der Handelsmarine die Seeschiffer und Seesteuerleute, welche ein gutes Farbenunterscheidungsvermögen besitzen müssen. Für unsere Eisenbahntruppen ist die Fähigkeit der Unterscheidung der Farben Rot, Grün und Weiß durchweg vorgeschrieben. Die Verwaltung der Staatsbahnen verlangt für bestimmte, im einzelnen genau angegebene Dienstklassen und Gruppen ihres Personals — hauptsächlich sind es die Stationsbeamten, das Lokomotiv- und Streckenpersonal — ein richtiges Farbenunterscheidungsvermögen, von dem die Anstellung und weitere Beschäftigung in diesem Dienstzweig abhängig ist. Ja sie geht sogar noch weiter und hat durch Erlaß aus dem Jahre 1897 bestimmt, daß spätestens alle 5 Jahre, gleichzeitig mit der vorgeschriebenen Wiederholung der Untersuchung auf Sehschärfe, bei bestimmten Dienstklassen auch eine erneute Prüfung des Farbensinns vorzunehmen ist, von deren Ergebnis das weitere Verbleiben in dem betreffenden Dienstzweig abhängig gemacht wird. Außerdem ist nach allen Augenkrankheiten, Kopfverletzungen, Gehirnerkrankungen und Erschütterungen sowie nach schweren Allgemeinerkrankungen ebenfalls eine derartige Wiederholungsprüfung des Farbensinns vorgeschrieben, um etwaige danach erworbene Farbenblindheit festzustellen. Werden bei diesen Wiederholungsprüfungen Mängel im Farbenunterscheidungsvermögen gefunden, so werden die in besonders verantwortlichen Stellen befindlichen Beamten aus den bisher wahrgenommenen Dienststellungen zurückgezogen und in solchen Stellen verwandt, in denen der bezeichnete Mangel nicht hinderlich ist, in denen die Betreffenden insbesondere nicht mit dem Signaldienst in Berührung kommen. Die Kontrolle, welche also auf diese Weise die Eisenbahnverwaltung über das Farbenunterscheidungsvermögen ihres Beamtenpersonals ausübt, ist eine gründliche und mustergiltige; durch sie wird jedenfalls der Sicherheit des Eisenbahnbetriebes, sowie den Interessen des Publikums in weitestem Umfange Rechnung getragen.

Was die Häufigkeit des Vorkommens der angeborenen partiellen Farbenblindheit anbetrifft, so kann man nach den besten statistischen Untersuchungen, die wir hierüber besitzen, mindestens 3 % der männlichen Bevölkerung, also rund ungefähr jeden 30. Mann als farbenblind annehmen. Unter den 3 Typen der Dichromaten sind die Grünblinden die häufigsten. Beim weiblichen Geschlecht ist Farbenblindheit außerordentlich selten und nur bei 0,25 % der Untersuchten gefunden worden. Worauf diese überraschende Erscheinung zurück-

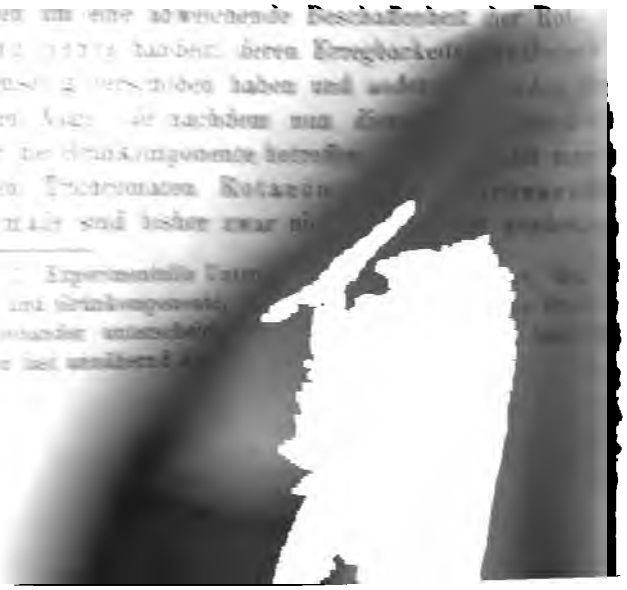
zuführen ist, darüber gehen auch heute noch die Ansichten weit auseinander; die einen glauben, daß die frühzeitige Beschäftigung der Mädchen mit farbigen Handarbeiten in Schule und Haus, späterhin dann die durch die Farbenauswahl ja in erster Linie bestimmte Toilettenfrage von je her das einzelne weibliche Individuum veranlaßt hat, den Farbensinn zu üben und zu kräftigen, woraus dann allmählich auf dem Wege der Vererbung für das ganze weibliche Geschlecht ein besseres Farbenunterscheidungsvermögen resultierte. Andere dagegen bestreiten einen derartigen Zusammenhang auf das Entschiedenste und stützen sich hierbei auf die Erfahrungen, die man vielfach bei den Weibern unter den Naturvölkern gemacht hat, bei denen von einer Schulung des Farbensinns im obigen Sinne überhaupt nicht die Rede sein kann und die trotzdem einen ausgezeichneten feinen Farbensinn und einen ebenso geringen Prozentsatz an Farbenblinden wie die Kulturvölker aufzuweisen hatten. Noch andere wieder halten das außerordentlich seltene Vorkommen weiblicher Farbenblindheit überhaupt nicht für erwiesen, sondern für ein möglicherweise nur scheinbares, bedingt durch die Mangelhaftigkeit der bisherigen Statistiken hierüber, in denen das weibliche Geschlecht gegenüber dem männlichen mit viel zu kleinen Zahlen vertreten sei, als daß man hieraus einwandfreie zahlenmäßige Schlußfolgerungen ziehen könnte. Jedenfalls bedarf also hiernach diese Frage noch der weiteren Klärung, dagegen kann die Tatsache als sicher gelten, daß eine Behandlung der Farbenblindheit, wie ihr von den Anhängern der erst erwähnten Richtung auf Grund ihrer Ansichten über die Übung des Farbensinns vielfach das Wort geredet worden ist, nach unsern wissenschaftlichen Anschauungen von dem Wesen dieser Störung ein Unding ist, da selbst durch jahrelang fortgesetzte Übungen ein Farbenblinder nie dazu gebracht werden könnte, die Farben in Wirklichkeit so zu sehen, wie wir sie empfinden. Wer nur einmal Gelegenheit gehabt hat, zu sehen, wie der gewandteste Farbenblinde am Spektralapparat versagt, selbst wenn er täglich mit diesem Apparat arbeitet, und wie er hier dem leuchtendsten Rot, Grün und Gelb vollkommen ratlos gegenübersteht, der wird von der Aussichtslosigkeit derartiger Übungstherapie endgültig überzeugt sein. Das Einzige, was man durch Übung und zwar beim Farbentüchtigen erreichen kann, ist eine schnellere Auffassung und präzisere Benennung der einzelnen verschieden empfundenen Farbentöne, und zu diesem Zweck sollte auf eine systematische Erziehung und Schärfung des Farbensinns in der Schule und zwar sowohl beim Anschauungsunterricht wie auch vor allen Dingen gelegentlich häufiger Spaziergänge im Freien regelmäßig

Bedacht genommen und Wert gelegt werden; ma[illegible] späteren Farbensinnprüfungen jedenfalls wesentlich z[illegible] sichere Angaben zu hören bekommen. Wer jedoc[illegible] farbenblind ist, dessen dichromatischer Farbensinn [illegible] jahrzehntelange Übung niemals ein trichromatischer [illegible] dazu sind diese beiden Farbensysteme zu grundverschie[illegible]

Von besonderem Interesse sind die hereditäre [illegible] bei der partiellen Farbenblindheit. Während nämlich [illegible] als auch die Töchter eines farbenblinden Vaters in [illegible] durchaus normalen Farbensinn besitzen, pflegen d[illegible] stammenden männlichen Enkelkinder wieder farbenb[illegible] Kinder der Söhne dagegen nicht, und so geht die Ve[illegible] mit Überspringung einer Generation weiter: immer [illegible] lichen Mitglieder einer erblich belasteten Familie, we[illegible] [illegible] auf ihre männlichen Nachkommen übertra[illegible] [illegible] zu sein; die Dinge liegen hier also [illegible] bei der Hämophilie. Übrigens ist das fast doppel[illegible] [illegible] Vorkommen der Farbenblindheit bei der jüdi[illegible] [illegible] auf hereditäre Einflüsse zurückzuführen, w[illegible] [illegible] Eheschliessungen innerhalb dieses Vo[illegible] [illegible] Maße nach dieser Richtung hin geltend g[illegible]

Die zweite große Gruppe der Farbenuntüch[illegible] Farbenschwächen oder Farbenanomalen, auch anom[illegible] [illegible] Dreifarbensystem gegenüber de[illegible] [illegible] gewisse Anomalien aufweist, welche [illegible] charakteristischer Weise beein[illegible] [illegible] diese Anomalien sowohl die Rot- als auch d[illegible] [illegible] diese dabei eine wesentliche Aba[illegible] [illegible] Zugrundelegung [illegible] man also anzunehmen, daß [illegible] um eine abweichende Beschaffenheit der Rot[illegible] [illegible] handelt, deren Erregbarkeit [illegible] [illegible] haben und [illegible] [illegible] nachdem nun [illegible] [illegible] Grünkomponente betreffe[illegible] [illegible] Trichromaten Rotanom[illegible] [illegible] sind bisher zwar ni[illegible]

[illegible] Experimentelle Unter[illegible] [illegible] und Grünkomponente [illegible] [illegible] unterschei[illegible] [illegible] hat annähernd [illegible]



·hst erkennen sie manche
gnallaternen, erst in weit
ıne dass ihre Sehschärfe
Feilchenfeld hat diese
·ichromaten experimentell
·ignalscheiben, wie sie bei
und kleinere Entfernungen
gebnis dieser Untersuchung
derartige Signallaterne von
Farbe erkannt werden soll,
als für den Normalen. In
·te sind also die anomalen
·lt als die Normalen und
·n. Als weiteres praktisch
hinzu, daß die Farben-
·n von der Intensität des
·iel abhängiger ist als beim
·he Farben viel unsicherer
besonders wird schwaches
Violett wird für Graugrün
ıngen von Guttmann an
·llt worden, daß der ano-
·n erheblich längere Zeit
·ot das 20 fache, für Grün
Farbentüchtige hierzu nötig
rotes und grünes Licht bei
·sehen es zwar hell, aber
·eichen hat man gefunden,
Reizen gegenüber schnell
achtung einer Farbe bald
n, den sie vor sich haben.
·langsamten Erkennung der
Trichromaten zu weiteren
gleich, die er bei ausge-
·n würde und kann daher
grobe Verwechselungen zu
·ch häufig etwas ungemein
heidungsvermögen längere

·ste Symptom aber, welches
·t die Erscheinung des so-

wissen, daß alle anomalen Trichromaten farbenschwach im Sinne der früheren Bedeutung dieses Begriffes sind und umgekehrt wirkliche Farbenschwäche ohne anomale Trichromasie bisher nicht beobachtet worden ist.

Die erste Mitteilung über diese neue charakteristische Form der Farbensinnstörungen verdanken wir dem englischen Physiker Lord Rayleigh, der im Jahre 1881 gelegentlich von Untersuchungen über Farbenmischungen die interessante Feststellung machte, daß seine drei Schwäger, bei denen Farbenblindheit notorisch nicht bestand, eine für ihn und zahlreiche andere Beobachter deutlich goldgelb aussehende Mischung aus spektralem Rot und Grün für typisch rot erklärten. Nachdem dann König auf Grund eingehender Untersuchungen über das Wesen dieser eigentümlichen Farbensinnstörung für dieselbe die Bezeichnung anomale Trichromaten vorgeschlagen und eingeführt hatte, ist es namentlich der Berliner Physiologe Professor Nagel gewesen, der die wissenschaftliche Erforschung dieser Anomalie durch Arbeiten aus seinem Laboratorium in hervorragender Weise gefördert und deren praktische Diagnose überhaupt erst möglich gemacht hat. Ihm gebührt das Verdienst, wissenschaftlich nachgewiesen zu haben, daß diese Anomalie einen ganz charakteristischen Symptomenkomplex hat, daß sie viel häufiger vorkommt, als man es bisher im entferntesten geahnt hat, ja daß sie häufiger ist, als die Farbenblindheit selbst, und daß schließlich die Farbenanomalen durch die Eigenart ihres Farbensehens in praktischer Beziehung für Berufe, wo gewisse Farbenunterschiede mit Sicherheit bei geringer Winkelgröße und in kurzer Zeit erkannt werden müssen, also hauptsächlich für den Bahn- und Marinedienst, in gleichem Maße untauglich sind wie die Farbenblinden.

Manche Farbenanomale wissen überhaupt nicht, daß ihr Farbensinn eine Abnormität aufweist; sie machen fast nie grobe Fehler oder Verwechselungen wie die Farbenblinden, auch nicht bei den bekannten Holmgren'schen Wollproben und anderen Untersuchungsmethoden; die weniger guten Beobachter unter ihnen bemerken überhaupt nie, daß sie sich von der übrigen Menschheit in ihrem Farbenempfindungsvermögen unterscheiden, wenn nicht ein Zufall zur Entdeckung der Tatsache führt. Gelegentlich zwar beurteilen sie eine Farbe ungenau oder falsch, aber wenn sie darauf aufmerksam gemacht werden, so korrigieren sie ihr Urteil ohne weiteres und führen die Divergenz auf wechselnde Beleuchtung, momentane Unaufmerksamkeit etc. zurück. Die aufmerksamen und intelligenten anomalen Trichromaten dagegen bemerken an sich einige sehr merkwürdige Abweichungen

von den Urteilen der Farbentüchtigen. Zunächst erkennen sie manche Farben, besonders Rot und Grün, wie an Signallaternen, erst in weit geringerer Entfernung als die Normalen, ohne dass ihre Sehschärfe dabei irgendwie herabgesetzt zu sein braucht. Feilchenfeld hat diese Verhältnisse bei einer Anzahl anomaler Trichromaten experimentell genau geprüft, indem er rote und grüne Signalscheiben, wie sie bei der Eisenbahn verwandt werden, auf größere und kleinere Entfernungen erkennen und benennen ließ. Nach dem Ergebnis dieser Untersuchung muß der Gesichtswinkel, unter dem eine derartige Signallaterne von dem Farbenanomalen in ihrer spezifischen Farbe erkannt werden soll, um das drei- bis zwölffache größer sein, als für den Normalen. In der Unterscheidung kleiner farbiger Objekte sind also die anomalen Trichromaten wesentlich ungünstiger gestellt als die Normalen und fast ebenso ungünstig wie die Farbenblinden. Als weiteres praktisch wichtiges Symptom kommt die Tatsache hinzu, daß die Farbenempfindlichkeit der anomalen Trichromaten von der Intensität des Reizes, also von der Helligkeit der Farbe viel abhängiger ist als beim Farbentüchtigen, daß sie also lichtschwache Farben viel unsicherer erkennen als die normalen Trichromaten; besonders wird schwaches Grün immer mit Grau verwechselt, dunkles Violett wird für Graugrün gehalten. Weiterhin ist durch Untersuchungen von Guttmann an einer Reihe von Farbenschwachen festgestellt worden, daß der anomale Trichromat zum Erkennen der Farben erheblich längere Zeit braucht als der Normale, und zwar für Rot das 20 fache, für Grün sogar das 50 fache der Zeit, welche der Farbentüchtige hierzu nötig hat. Manche Anomalen erkennen daher rotes und grünes Licht bei kurzer Exposition überhaupt nicht, sie sehen es zwar hell, aber nicht in seiner spezifischen Farbe. Desgleichen hat man gefunden, daß die anomalen Trichromaten farbigen Reizen gegenüber schnell ermüden, sie werden während der Beobachtung einer Farbe bald unsicher in ihrem Urteil über den Farbenton, den sie vor sich haben. Diese Ermüdung in Verbindung mit der verlangsamten Erkennung der Farben summiert sich nun beim anomalen Trichromaten zu weiteren Störungen, er hält schließlich Farben für gleich, die er bei ausgeruhtem Auge sofort als ungleich erkennen würde und kann daher auf diese Weise in die Lage kommen, grobe Verwechselungen zu machen. Seine Angaben bekommen hierdurch häufig etwas ungemein Unsicheres, wenn man sein Farbenunterscheidungsvermögen längere Zeit prüft.

Das interessanteste und charakteristischste Symptom aber, welches der anomale Trichromat stets aufweist, ist die Erscheinung des so-

genannten gesteigerten Farbenkontrastes. Wenn man nämlich einem Farbenanomalen in der Nähe hintereinander ein weißes, gelbes, rotes oder grünes Licht zeigt, so wird er richtige Angaben machen. Sobald er aber diese Lichter nebeneinander sieht, macht er grobe Fehler; neben einem deutlich roten Licht erscheint ihm nämlich ein weißes, ein gelbes, ja sogar ein orangerotes Licht grün. Man bezeichnet dieses Phänomen wissenschaftlich als gesteigerten oder abnormen Farbenkontrast und hat erst jetzt gefunden, daß alle Personen, welche einen derartig gesteigerten Kontrast aufweisen, anomale Trichromaten sind. Ich muß mich hier schon damit begnügen, diese Tatsache zu konstatieren, und leider darauf verzichten, näher auf diese interessante Erscheinung einzugehen, zumal ihre theoretische Seite noch sehr der Klärung bedarf und ihre Erforschung bisher wenig befriedigende Resultate zu verzeichnen gehabt hat.

Guttmann, der recht interessante Untersuchungen über diesen gesteigerten Farbenkontrast an intelligenten anomalen Trichromaten vorgenommen hat, berichtet von zwei farbenanomalen Malern, welche das Porträt einer älteren Dame mit schwarzem, graumeliertem Haar, die auf einem Sopha vor einer zartrosa gefärbten Wand saß, für fehlerhaft gemalt erklärten, weil sie das Haar grünlich sahen, nämlich in der Kontrastfarbe der rosa gefärbten Wand. In wie weit diese Erscheinungen des gesteigerten Farbenkontrastes von Einfluß sind auf die Malerei überhaupt, besonders aber etwa zur Erklärung der extremen sezessionistischen Richtung mit ihrer für unser Empfinden bisweilen geradezu unnatürlichen Farbenkombination herangezogen werden können, das möchte ich hier dahingestellt sein lassen.

Unter allen übrigen Symptomen ist nun der gesteigerte Farbenkontrast das charakteristischste und diagnostisch wichtigste Merkmal der anomalen Trichromasie, weil es auf Grund dieser Erscheinung — wie wir sehen werden — möglich ist, die Diagnose im gegebenen Fall mit Sicherheit zu stellen.

Die wissenschaftlich feststehende Tatsache, daß die anomalen Trichromaten farbige Objekte nur unter großem Gesichtswinkel erkennen können, daß sie hierzu erheblich längere Zeit brauchen als der Farbentüchtige, daß sie ferner bei längerem Beobachten eines farbigen Objektes schneller ermüden und dadurch unsicher in der Beurteilung von farbigen Lichtern werden, und dass sie schließlich infolge ihres gesteigerten Farbenkontrastes gelegentlich auch direkten Farbenverwechselungen ausgesetzt sind, alle diese Tatsachen lassen die anomale Trichromasie als eine außerordentlich wichtige Farbensinnstörung erscheinen, welche praktisch in vielen Fällen ebenso wie die Farben-

blindheit zu bewerten sein wird und vor allen Dingen für den Eisenbahn- und Marinedienst durchaus untauglich machen muß. In richtiger Würdigung dieser Verhältnisse hat sich denn auch unsere Eisenbahnverwaltung im Interesse der Sicherheit des Betriebes wie auch im Interesse des reisenden Publikums veranlaßt gesehen, alle anomalen Trichromaten aus solchen verantwortlichen Stellen zurückzuziehen, in denen sie mit dem Signaldienst in Berührung kommen, und hat sie in anderen Stellungen Verwendung finden lassen, in denen dies nicht der Fall ist; außerdem werden an neu Eintretende bezüglich ihrer Farbentüchtigkeit natürlich die entsprechenden gleichen Anforderungen gestellt. Diesem Beispiel ist dann weiter die Militärbehörde hinsichtlich der ihr unterstellten Eisenbahntruppen gefolgt und auch die Marineverwaltung steht im Begriff, ihre bisherigen Bestimmungen über die Farbentüchtigkeit bezw. über die Prüfung derselben in diesem Sinne zu erweitern und abzuändern. Aber auch bei allen feineren Untersuchungen, wie sie wissenschaftliche Tätigkeit mit sich bringt, kann und wird die Unsicherheit der Anomalen im Farbenerkennen und -unterscheiden zu Tage treten. Der Mediziner irrt sich leicht — wie das häufig genug beobachtet worden ist — bei gefärbten mikroskopischen Präparaten; vereinzelte rotgefärbte Tuberkelbazillen übersieht er überhaupt oder wird sie, darauf aufmerksam gemacht, nur als schwarze Stäbchen erkennen können. Bei verschieden gefärbten Blutpräparaten oder mikroskopischen Schnitten sieht er infolge seines gesteigerten Farbenkontrastes andere Farben, als zur Färbung verwandt worden sind; ebenso wird er gelegentlich auch leichte und wenig ausgeprägte Verfärbungen der Haut und der Schleimhaut übersehen können. Er wie der Physiker sind unsicher bei spektralanalytischen Untersuchungen, am Polarisationsapparat; der Chemiker irrt sich beim Titrieren, wo der Umschlag der Farbe, und zwar das Erkennen ihrer allerschwächsten Sättigungsstufe, die Entscheidung bringt. Trotzdem aber wird man, glaube ich, sowohl den farbenanomalen Mediziner, wie den Chemiker und Physiker unbedenklich zu diesen Studienfächern zulassen können, da es ihnen durch Heranziehung gewisser Hilfsmittel (Verlängerung der Beobachtungszeit, Vergrößerung des Gesichtswinkels für das fixierte farbige Objekt, Benutzung anderer Farblösungen) immerhin gelingt, das Manko ihres Farbensinnes auszugleichen; selbstverständlich ist hierfür Voraussetzung, daß die Betreffenden über die Eigenart ihrer Farbenstörung beim Beginn ihres Studiums orientiert und belehrt werden, und das ließe sich durch die von mir vorgeschlagene obligatorische Einführung der Farbensinnprüfung seitens der Universitäten leicht erreichen.

Wie bereits erwähnt, ist die anomale Trichromasie häufiger als die Farbenblindheit und häufiger als man zuerst angenommen hat. Nach den bisherigen Statistiken, die hierüber existieren, kann man gut 4,5 bis 5 % Farbenanomale unter der männlichen Bevölkerung rechnen, sodaß sich der Gesamtprozentsatz der Farbenuntüchtigen auf 3 % + 5 % = 8 % stellt. Die Grünanomalen bilden auch hier den vorherrschenden Typus, wie die Grünblinden unter den Farbenblinden. Weibliche anomale Trichromaten hat man bisher nicht gefunden.

Die hereditären Verhältnisse spielen bei den Farbenanomalen ebenfalls eine bedeutende Rolle; auch hier ist der Vererbungstypus, soweit bisher bekannt, in der Regel derartig, daß die Mutter die Anomalie auf die Söhne vererbt, ohne selbst daran zu leiden.

3. Die Diagnose der Farbensinnstörungen.

Wenn es auch für das praktische Ergebnis der Farbensinnprüfungen bei der Eisenbahn und bei der Marine im allgemeinen gleichgiltig sein wird zu erfahren, ob der ermittelte Farbenuntüchtige farbenblind oder anomaler Trichromat ist, da ja beide Formen für diese Berufe in gleichem Maße untauglich machen, so können doch immerhin Fälle zur Beurteilung vorkommen, in denen es von Wert ist, festzustellen, welche Art der Farbenuntüchtigkeit vorliegt, und ich möchte es daher prinzipiell für wünschenswert halten, wenn bei der Untersuchung des Farbensinns allgemein nur solche diagnostische Verfahren in Anwendung gezogen werden, welche die Differenzierung der beiden Formen der Farbenuntüchtigkeit im gegebenen Fall ermöglichen. Unbedingt dagegen ist zu verlangen und daran festzuhalten, daß die zu benutzende Methode entsprechend unseren modernen wissenschaftlichen Anschauungen und Kenntnissen von den Störungen des Farbensehens sowohl die Farbenblinden als auch die Farbenanomalen ermittelt; alle diejenigen Verfahren daher, welche seinerzeit ohne Rücksicht auf die Existenz der anomalen Trichromasie konstruiert oder allzusehr auf die Ermittelung der Farbenblindheit zugeschnitten sind, können für unsere Zwecke jetzt nicht mehr in Betracht kommen; das gilt namentlich auch für die Holmgren'sche Wollprobe und die Stilling'schen pseudo-isochromatischen Tafeln, welche unter allen übrigen Methoden zweifellos die weiteste Verbreitung gefunden und sich in ärztlichen Kreisen der größten Beliebtheit erfreut haben; ich werde Gelegenheit nehmen, auf diese beiden Untersuchungsverfahren, die ich wohl als bekannt voraussetzen darf,

im zweiten Teil der vorliegenden Arbeit näher zurückzukommen und dieselben dort an der Hand praktischer Prüfungsergebnisse kritisch zu würdigen, möchte aber doch zur vorläufigen Orientierung gleich hier hervorheben, daß sowohl das Holmgren'sche wie das Stilling-sche Verfahren, so wertvolle Dienste sie auch unter Umständen dem Fachmann und dem Physiologen leisten können, doch für den allgemein-praktischen Gebrauch ungeeignet sind, da sie nicht selten Fehldiagnosen in dem Sinne ergeben, daß Farbenuntüchtige als farbentüchtig und umgekehrt durchaus Farbentüchtige als farbenuntüchtig erscheinen, eine Tatsache, die wiederholt, auch bei unseren Untersuchungen der Eisenbahnregimenter, konstatiert worden ist und die natürlich den praktischen Wert der Untersuchungsresultate in bedenklicher Weise beeinträchtigen muß[1]). Mit absoluter Sicherheit dagegen und größtmöglichster wissenschaftlicher Vollkommenheit ist die Diagnose und die Differenzierung der beiden Typen der Farbenuntüchtigkeit (wie auch ihrer speziellen Formen) am Helmholtz'schen Farbenmischapparat zu machen; allein dieses Verfahren erfordert einen sehr kostspieligen und schwer zu handhabenden Apparat und kann daher für den praktischen Arzt nicht in Betracht kommen; seinen Bedürfnissen kann vielmehr nur eine verhältnismäßig einfache Methode gerecht werden, die zugleich tuto, cito et jucunde arbeitet. Sie muß leicht und sicher alle diejenigen ermitteln, deren Farbensinn irgendwie von der Norm abweicht, darf aber auch umgekehrt nicht etwa jemand für farbenuntüchtig erklären, der in Wirklichkeit farbentüchtig ist; sie darf ferner weder an die Geschicklichkeit und Erfahrung des untersuchenden Arztes noch an die Intelligenz des zu Prüfenden zu große Anforderungen stellen und muß schließlich in kurzer Zeit und ohne etwaige Zuhilfenahme anderer kontrollierender Verfahren in jedem Fall zum Ziele führen. Diesen Anforderungen entspricht einmal der Nagel'sche Farbengleichungsapparat, dessen Zuverlässigkeit

1) Das Gleiche gilt für die bekannten Cohn'schen „Täfelchen zur Prüfung feinen Farbensinns", welche besonders in militärärztlichen Kreisen bisher viel benutzt wurden. Zweifellos ist richtig, daß wer die Haken glatt entziffert, sicher weder farbenblind noch farbenschwach ist, dagegen gilt nicht die Umkehrung dieses Satzes; wer die Tafel nicht liest, braucht darum noch nicht farbenuntüchtig zu sein. Ich kenne eine ganze Anzahl intelligenter normaler Trichromaten mit tadellosem Farbensinn, die die Cohn'schen Täfelchen nicht zu entziffern imstande sind, trotzdem über ihre Farbentüchtigkeit nach dem Ausfall der Untersuchung mit anderen bewährten Methoden wie auch am Spektralapparat nicht der geringste Zweifel obwalten kann. Ein negatives Resultat bei diesem Verfahren ist daher durchaus nicht beweisend für Farbenuntüchtigkeit und muß stets durch andere sichere Methoden kontrolliert werden.

hinsichtlich des Prüfungsergebnisses durch zahlreiche Kontrolluntersuchungen am Helmholtz'schen Farbenmischapparat wissenschaftlich erwiesen ist und daher außer jedem Zweifel steht, zweitens die von dem gleichen Forscher kürzlich herausgegebenen Tafeln zur Prüfung des Farbenunterscheidungsvermögens, über deren wissenschaftlichen und praktischen Wert die im zweiten Teil dieser Arbeit niedergelegten Untersuchungen bei den Eisenbahnregimentern ein abschließendes, überaus günstiges Urteil ergeben haben.

Was zunächst den Farbengleichungsapparat anbetrifft, so ist das Prinzip dieser Untersuchungsmethode folgendes: Zwei farbige Lichter, deren eins rot, das andere gelb ist, und welche beide in ihrer Helligkeit verändert werden können, werden dem zu Untersuchenden gezeigt. Jeder Rot-Grünblinde kann nun durch Variierung der Helligkeit eines der beiden Lichter eine für ihn giltige „Gleichung" bekommen, das heißt, die beiden Lichter einander vollkommen farbengleich machen; für den Farbentüchtigen ist dies natürlich unmöglich, die Farben bleiben für ihn stets unterscheidbar. Ebensowenig wird der anomale Trichromat jemals eine Gleichung zwischen Rot und Gelb bekommen können, dagegen bezeichnet er das Gelb neben dem Rot infolge seines gesteigerten Farbenkontrastes als Grün. Dieses Verhalten ist ungemein charakteristisch und absolut beweisend. Als farbige Lichter dienen kleine halbkreisförmige Farbengläser, welche in zwei nebeneinander befindlichen, revolverartig drehbaren Scheiben gefaßt sind und durch einen Auerbrenner von der Rückseite her beleuchtet werden, und zwar sind in jeder Scheibe fünf Gläser mit den Farben Rot, Gelb, Grün, Blau und Weiß enthalten, um für bestimmte Zwecke (zur Untersuchung erworbener Farbensinnstörungen bezw. bei Prüfung auf Simulation) auch noch andere Kombinationen zu ermöglichen. Auf jeder Seite ist zwischen Lichtquelle und der Scheibe mit den Farbengläsern ein Schieber angebracht, welcher durch einen Hebel leicht beweglich ist und die Helligkeit der jedesmal eingestellten farbigen Felder unabhängig von einander beliebig zu variieren gestattet. Zwei jederseits eingefeilte Marken, die mit I und II bezeichnet sind, geben die Stellung des Hebels an, bei welcher das gelbe Feld die richtige Helligkeit hat, um entweder für den ersten Typus der Farbenblinden, den Protanopen, oder für den zweiten Typus, den Deuteranopen, mit dem roten Feld gleichfarbig zu erscheinen. Annähernd dieselben Einstellungen des Hebels auf Marke I bezw. II ermöglichen auch die Unterscheidung der beiden Typen der anomalen Trichromaten; der Rotanomale verlangt eine Helligkeit des ihm grün erscheinenden Gelb, welche der Stellung des Schiebers auf Marke I entspricht, damit ihm das rote und grüne

Feld gleich hell erscheint, der Grünanomale dagegen wählt die Stellung II, um die beiden verschiedenfarbigen Felder gleich hell zu erhalten.

Der Gang der eigentlichen Untersuchung spielt sich nun so ab, daß man den zu Prüfenden, der sich (nach Korrektion etwaiger Ametropie) in 2 m Entfernung vom Apparat aufstellen muß — damit das Bild der beiden farbigen leuchtenden Felder auf den fovealen Bezirk der Netzhaut fällt — auffordert anzugeben, welche Farbe das linke und das rechte helle Feld nach der jedesmaligen Einstellung aufweist und ob eins der Felder heller ist wie das andere. In der Regel bedient man sich hierbei 3 bestimmter Einstellungen und läßt dieselben von dem zu Prüfenden benennen, und zwar zeigt man als erste Einstellung auf beiden Seiten rot, aber das linke Feld hellrot, das rechte dunkelrot oder umgekehrt; als zweite ebenfalls auf beiden Seiten rot, aber beide gleich hell, eine Rot-Rotgleichung, und als dritte schließlich eine Rot-Gelb-Scheingleichung, auf der einen Seite helles rot, auf der anderen gelb mit Stellung des Hebels entweder auf Marke I oder auf Marke II. Bei der ersten Einstellung (hellrot-dunkelrot) wird die Erfahrung verwertet, daß alle Farbenblinden, denen eine solche Helligkeitsungleichung gezeigt wird, glauben, vor eine Farbenungleichung gestellt zu sein, da sie ganz richtig urteilen, daß man ihr Farbenunterscheidungsvermögen prüfen wolle, und sie umgekehrt ja auch vielfach gewohnt sind, Farbenunterschiede aus Helligkeitsunterschieden zu erkennen. Die Antwort fällt dann natürlich immer falsch aus, indem die beiden Felder entweder als rot und grün, oder als rot und gelb oder grün und gelb bezeichnet werden. Und in der Tat verraten sich fast sämtliche Rot-Grünblinde bereits bei dieser ersten Antwort. Mit der zweiten Einstellung (beide Felder gleich hell rot) ist beabsichtigt, dem Untersuchten zu zeigen, daß wirkliche Gleichungen zustande kommen können. Für den Dichromaten, der für Helligkeitsunterschiede ja sehr empfindlich ist, muß öfters etwas hin- und herkorrigiert werden, bis er die Rotgleichung anerkennt. Dann hat er aber auch den Eindruck vollkommener Gleichheit und ist nachher weniger geneigt, an der Richtigkeit der Rot-Gelb-Scheingleichung zu zweifeln, die ihm mit der dritten Einstellung geboten wird.

Es wird manchem auffallen, daß hier eine Methode Anwendung findet, bei welcher nach dem Namen der Farbe gefragt wird, was ja als prinzipiell unzulässig gilt. Der Verstoß ist indessen nur ein scheinbarer. Die Namenbenennung ist hier nur ein Mittel, um zu erkennen, ob die betreffende Farbenzusammenstellung als Gleichung auf-

gefaßt wird oder nicht. Dem Farbenblinden ist durch die Art der Fragestellung nahegelegt, die Hellrot-Dunkelrot-Einstellung als eine Farbenungleichung zu bezeichnen und umgekehrt nachher von einer Gleichung zu sprechen, wo für den Farbentüchtigen Farbenungleichung besteht. Daher ist auch die Bezeichnung des einzelnen farbigen Feldes an und für sich von untergeordneter Bedeutung; ob jemand das leuchtende Hellrot als Rosa bezeichnet, oder das Gelb Braun, Orange, Grau oder weißlich benennt, ist ganz gleichgiltig, man erkennt daran immer nur, daß der Betreffende es nicht mit Rot verwechselt.

In der Hand des geübten Untersuchers arbeitet der Nagel'sche Farbengleichungsapparat[1]) tadellos sicher und außerordentlich schnell, man braucht pro Kopf höchstens eine Minute, um mit Sicherheit zu entscheiden, ob Farbenuntüchtigkeit vorliegt oder nicht und welche spezielle Form. Ein weiterer großer Vorzug dieser Methode besteht darin, daß man die Einstellungen und damit auch die Fragen von Fall zu Fall ändern kann, sie in anderer Reihenfolge bringen oder mit gegenseitiger Vertauschung der linken und der rechten Seite zur Beantwortung vorlegen kann, wodurch besonders bei Massenprüfungen die Untersuchung sich wesentlich abwechselungsreicher und angenehmer gestaltet und das Ergebnis an Zuverlässigkeit nur gewinnen kann. Für jeden, der daher in die Lage kommt, derartige Massenuntersuchungen ausführen zu müssen, oder der sich klinisch viel mit Farbensinnprüfungen beschäftigt, wird der Farbengleichungsapparat ein unentbehrliches diagnostisches Hilfsmittel sein, das ihm aufs wärmste empfohlen sei; eine große Anzahl ophthalmologischer Kliniken und physiologischer Institute haben den Apparat bei sich eingeführt und arbeiten mit ihm dauernd. Auch für die Aufdeckung der Simulation gibt es kein anderes praktisches Verfahren, welches so schnell und sicher selbst den gewiegtesten Simulanten entlarvt, wie gerade diese Untersuchungsmethode. Allerdings erfordert der Apparat ein gewisses Maß von Übung seitens des Untersuchers und ein Vertrautsein mit dem Sehen der Farbenuntüchtigen, wenn die erhaltenen Antworten richtig gedeutet und bewertet werden sollen, aber schließlich kann sich jeder, der etwas Interesse und Verständnis für diese Dinge mitbringt, bei gutem Willen und einiger Übung diese Kenntnisse und Fertigkeiten aneignen und wird dann sicherlich seine Freude an dem tadellosen Funktionieren dieser vortrefflichen Untersuchungsmethode haben. Immerhin steht ihrer

1) Zu beziehen von W. Oehmke, Mechaniker des Berliner physiologischen Instituts. Preis inkl. Auerbrenner 50 Mark.

allgemeinen Einführung zur Zeit noch der nicht unerhebliche Preis des Apparates entgegen, so daß der praktische Arzt, der ja in der Regel nur hin und wieder mal ein Individuum auf Farbentüchtigkeit zu untersuchen hat, wohl darauf verzichten wird, sich einen derartigen für ihn kostspieligen Apparat zuzulegen, zumal ihm in den Nagelschen Tafeln zur Prüfung des Farbenunterscheidungsvermögens ein gleichwertiges und dabei billiges, für seine Zwecke auch vollkommen ausreichendes Ersatzmittel zur Verfügung steht.

Was nun diese neuen Nagel'schen Tafeln[1]) anbetrifft, so bestehen dieselben aus zwei Abteilungen A und B, von denen die erstere 16, die letztere 4 Tafeln enthält; auf jede der Tafeln ist ein Farbenring aufgedruckt, der aus einzelnen farbigen Punkten gebildet wird und welcher teils nur aus verschiedenen Schattierungen ein und derselben Farbe (rot, grün und grau), teils aus verschiedenartigen Kombinationen dieser drei Farben zusammengesetzt ist. Der Farbenblinde ist nun, wenn man ihm die Tafeln der Abteilung A vorlegt und ihn auffordert, einen einfarbigen Ring, z. B. einen solchen mit nur roten Punkten zu zeigen, außerstande, die einfarbigen Ringe von den mehrfarbigen zu unterscheiden, weil die Farbentöne der einzelnen Punkte so gewählt sind, dass sie die Verwechselungsfarben für den Farbenblinden darstellen. Zur Erkennung des anomalen Trichromaten dienen die vier Tafeln der Abteilung B, an denen er sich auf Grund seines gesteigerten Farbenkontrastes in charakteristischer Weise verrät. Das ist im großen und ganzen das Prinzip dieser neuen Tafeln; alle näheren Einzelheiten, insbesondere unter welchen Kautelen die Prüfung praktisch vorzunehmen ist, welche Fragen an den zu Untersuchenden zu stellen sind und wie deren Beantwortung beim Farbentüchtigen, wie sie beim Farbenblinden und beim Farbenanomalen ausfallen muß, das alles ist in einer den Tafeln beigegebenen Anweisung so ausführlich und vortrefflich erläutert, daß ich mich darauf beschränken kann, auf diese Darstellung zu verweisen und sie jedem zum gründlichen Studium zu empfehlen. Im übrigen werde ich auf die Tafeln im nächsten Abschnitt noch genauer zurückkommen und werde dabei auch ihren Wert als diagnostisches Verfahren an und für sich wie im Vergleich mit den übrigen Methoden eingehend würdigen.

Die Entscheidung der Frage, ob im gegebenen Fall Farbentüchtigkeit vorliegt oder nicht, kann bisweilen Schwierigkeiten bereiten, wenn es sich um Dissimulation einer tatsächlich vorhandenen

1) Zu beziehen von der Verlagsbuchhandlung J. F. Bergmann in Wiesbaden zum Preise von 1,20 M. Die Tafeln werden jedoch nur an Aerzte und Behörden abgegeben.

Farbensinnstörung handelt, wie sie nicht selten von intelligenten Farbenuntüchtigen mit Geschick und Raffiniertheit durchgeführt wird, wenn es aus irgend welchen Gründen, z. B. bei Anstellung im Eisenbahn- oder Marinedienst, darauf ankommt, ihre Anomalie zu verbergen. Gerade bei den bisher gebräuchlichsten diagnostischen Untersuchungsmethoden, der Holmgren'schen Wollprobe und den Stilling'schen Tafeln, hat man häufig beobachten können, wie Dissimulanten ihre Störung mit Erfolg längere Zeit verheimlicht haben, bis sie dann schließlich bei Prüfung mit einem ihnen unbekannten Verfahren als farbenuntüchtig entlarvt wurden. Und in der Tat kann man sich ganz gut auf die Holmgren'sche Probe bis zu einem gewissen Grade einüben, und wenn der betreffende Dissimulant dann noch mit einem Wollsortiment geprüft wird, das nicht sehr reichhaltig ist oder Wollbündel ungleicher Qualität enthält, so wird er bei einiger Schlauheit und Geschicklichkeit bald lernen, die typischen Fehler zu vermeiden und wird so als farbentüchtig imponieren können. Das gleiche trifft für die Stilling'schen Tafeln zu, die man auswendig lernen kann und auf diese Weise trotz in Wirklichkeit bestehender Farbenuntüchtigkeit dann doch zu entziffern imstande ist, eine Erfahrung, die besonders von Bahnärzten wiederholt gemacht worden ist. Demgegenüber besitzen wir in dem Farbengleichungsapparat von Nagel ein Verfahren, welches bei geschickter Handhabung es selbst dem gewandtesten Dissimulanten unmöglich macht, durchzuschlüpfen, weil man hier eben den Gang und die Art der Untersuchung durch die verschiedenartigsten Einstellungen von wirklichen Gleichungen und Scheingleichungen, wie durch die beliebigen Änderungen der Helligkeitswerte der farbigen Felder in zu mannigfacher Weise modifizieren kann, als daß dem Dissimulanten noch irgend welche Anhaltspunkte übrig bleiben, nach denen er sich bei der Beurteilung der ihm gezeigten Farbeneinstellungen richten könnte. Aber auch mit den neuen Nagel'schen Tafeln wird es in der Regel leicht gelingen, Dissimulanten zu entlarven, wenn man sich genau an die beigegebene gedruckte Anweisung hält, welche derartige Fälle vorgesehen hat, und in geeigneter Weise mit der Fragestellung hin und wieder wechselt. Am sichersten ist man natürlich vor Täuschungsversuchen, wenn die zu Prüfenden die Untersuchungsmethode überhaupt nicht kennen und daher auch keine Gelegenheit haben, sich vorher auf sie einzuüben. Diese Erwägungen sind es denn auch gewesen, welche Nagel veranlaßt haben, die Bestimmung zu treffen, daß seine Tafeln seitens des Verlegers nur an approbierte Ärzte und Behörden abgegeben werden dürfen.

Simulation von Farbenuntüchtigkeit seitens eines Farbentüchtigen

kommt naturgemäß sehr viel seltener vor und ist überhaupt nur dann mit Aussicht auf Erfolg durchführbar, wenn der Simulant mit dem Sehen der Farbenuntüchtigen und deren Fehlern bei den einzelnen Proben auf das genaueste vertraut ist. Aber auch dann gehört viel Geschick und Erfahrung dazu, um die Täuschung auf die Dauer mit Erfolg durchzuführen; selbst der gewiegteste Simulant wird sich schließlich doch mal durch Inkonsequenz gelegentlich verraten und Unterscheidungen oder Fehler machen, die für den wirklichen Farbentüchtigen ganz unmöglich sind. Am sichersten und schnellsten wird auch hier die Entlarvung mit dem Farbengleichungsapparat gelingen.

Zum Schluß noch eine wichtige praktische Regel, die zwar für alle sinnesphysiologischen Untersuchungen gilt, hier aber ganz besonders beachtet und beherzigt werden muß. Wie nämlich auch die Angaben des Untersuchten bei einer Farbensinnprüfung ausfallen mögen, unter allen Umständen vermeide man jede schroffe und vorzeitige Kritik, man würde dadurch den Betreffenden nur einschüchtern und kopfscheu machen, die Prüfung selbst unnötig aufhalten und das Ergebnis unsicher gestalten. Man prüfe vielmehr in konzilianter Weise ruhig weiter, womöglich ohne ihn etwas davon merken zu lassen, daß seine Angaben unrichtig waren, und überzeuge sich durch weiteres Fragen, ob die Angaben von vorhin beibehalten oder ob sie etwa berichtigt werden. Ebensowenig darf man einen als farbenuntüchtig Befundenen über seine fehlerhaften Antworten etwa nachträglich aufklären oder belehren wollen; man würde dadurch allen später nachuntersuchenden Ärzten ihre Aufgabe außerordentlich erschweren. Je unbefangener der zu Prüfende in die Untersuchung eintritt, um so schneller und sicherer läßt sich bei ihm auch die Diagnose stellen.

Es war im Interesse wissenschaftlicher Förderung mit besonderer Freude zu begrüßen, als sich die Medizinal-Abteilung des Kriegsministeriums auf Grund der neueren Forschungsergebnisse auf dem Gebiete der Farbensinnstörungen und angeregt durch das Vorgehen der Eisenbahnverwaltung entschloß, eine praktische Nachprüfung dieser wichtigen Verhältnisse auch bei der Armee vornehmen zu lassen, um einmal festzustellen, in welchem Umfange bei denjenigen Truppenteilen, für welche sicheres Farbenerkennungsvermögen bestimmungsgemäß verlangt wird, das Vorhandensein anomalen trichromatischen Farbensinns noch nachgewiesen werden konnte, andererseits um gleichzeitig ein definitives Urteil darüber zu gewinnen, welche Methode sich im Hinblick auf die neueren physiologischen Erfahrungen über die Anomalien des Farbensinns, was die Zuverlässigkeit ihrer Resultate wie die Einfachheit ihrer Anwendungsweise beträfe, am besten für die allgemeine Einführung in die militärärztliche Praxis eignen würde. Zu diesem Zwecke wurde eine Kommission von mehreren augenspezialistisch ausgebildeten Sanitätsoffizieren gebildet und damit beauftragt, das Farbenunterscheidungsvermögen der Eisenbahntruppen einer genauen Nachprüfung zu unterziehen und über das Ergebnis der Untersuchung im Sinne der obigen Ausführungen eingehend zu berichten. Die Aufgabe, welche hiermit der Kommission gestellt war, war eine doppelte: erstens kam es darauf an, mit Hilfe eines wissenschaftlich absolut einwandfreien Verfahrens alle Farbenuntüchtigen, und zwar getrennt nach Farbenblinden und Farbenanomalen, rein zahlenmäßig zu ermitteln und im Verhältnis zur Gesamtzahl der Untersuchten zu bestimmen, zweitens mußte es sich darum handeln, festzustellen, welches von den für die Praxis geeigneten diagnostischen Verfahren im Vergleich mit den Ergebnissen der erstgenannten wissenschaftlichen Methode die zuverlässigsten Resultate liefern würde.

Aus äußeren Gründen standen uns von der Eisenbahn-Brigade nur das Eisenbahn-Regiment No. 2 sowie die Betriebsabteilung in ihrer

vollen Stärke für die Untersuchung zur Verfügung, die beiden übrigen Regimenter No. 1 und 3 befanden sich zum größten Teil zu Übungszwecken außerhalb der Garnison oder konnten aus dienstlichen Rücksichten zur Untersuchung nicht herangezogen werden; sie sind daher in der weiter unten folgenden tabellarischen Übersicht nur mit kleinen Zahlen vertreten und haben auch bei der prozentualen Berechnung ihrer eigenen Farbenuntüchtigen keine Berücksichtigung gefunden. Immerhin stellte sich die Gesamtzahl aller Untersuchten auf 1778 Mann, von denen 237 Unteroffiziere waren. Da nach § 6, 5e der Dienstanweisung zur Beurteilung der Militärdienstfähigkeit für die Eisenbahntruppen die Fähigkeit des Unterscheidens der Farben Rot, Grün und Weiß (Gelb) Bedingung der Tauglichkeit ist, so mußten sämtliche Leute bereits auf Farbentüchtigkeit geprüft worden sein. Bestimmungsgemäß erfolgt die erste derartige Untersuchung bereits beim Musterungs- und Aushebungsgeschäft, wenn die gestellungspflichtigen, für tauglich befundenen Leute seitens des Militärvorsitzenden der Ersatz- bezw. Oberersatzkommission für die Eisenbahntruppe designiert werden; eine nochmalige gründliche Farbensinnprüfung wird dann bei der definitiven Einstellung der Rekruten in die Eisenbahnregimenter vorgenommen und schließlich werden die Mannschaften der Betriebsabteilung[1]), bevor sie von den Eisenbahn-Regimentern abgegeben werden sowie bei ihrer Einstellung in die Betriebsabteilung selbst, nochmals einer eingehenden Farbensinnuntersuchung unterworfen. Sämtliche Mannschaften, die wir untersucht haben, waren also bereits zu wiederholten Malen auf ihr Farbenunterscheidungsvermögen geprüft worden, und zwar sowohl mit der Holmgren'schen Probe als mit den Stilling'schen Tafeln. Nach ersterem Verfahren wird fast regelmäßig beim Musterungs- und Aushebungsgeschäft untersucht und vorläufig bestimmt, ob der Betreffende für die Eisenbahntruppen tauglich ist oder nicht; es war daher anzunehmen, dass auch unsere Leute zum größten Teil wenigstens vor ihrem Eintreffen beim Truppenteil nach Holmgren geprüft waren. Die Stilling'sche Methode dagegen ist hier allgemein bei der definitiven Einstellung der Leute in die 3 Eisenbahn-Regimenter in Anwendung gezogen worden, während die Mannschaften der Betriebsabteilung vor ihrer endgiltigen Übernahme sowohl mit der Holmgren'schen Probe als auch mit den Stillingschen Tafeln untersucht worden waren. Unter diesen Umständen haben

1) Die Betriebsabteilung der Eisenbahnbrigade stellt das Stations-, Zug- und Streckenpersonal für den Betrieb der Militäreisenbahn und rekrutiert sich aus den zuverlässigsten und für diesen Dienst besonders geeigneten Mannschaften des zweiten Dienstjahres der drei Eisenbahn-Regimenter.

wir davon Abstand genommen, sämtliche Leute nochmals mit Hilfe dieser beiden Methoden nachzuprüfen, da wir nicht annehmen konnten, hierbei andere Resultate als unsere Voruntersucher zu erhalten.

Die Untersuchungen selbst fanden nun während der Monate Mai und Juni vergangenen Jahres in einem besonders hellen und geräumigen Kasernenzimmer statt und zwar aus dienstlichen Rücksichten in den Mittagsstunden. Jeder Mann wurde sowohl am Farbengleichungsapparat wie mit den neuen Nagel'schen Tafeln einzeln für sich geprüft in der Weise, daß beide Untersuchungen vollkommen unabhängig von einander durch verschiedene Mitglieder der Kommission ausgeführt wurden und gleichzeitig neben einander herliefen. Als maßgebend für die Diagnose „farbentüchtig" galt die schnelle und richtige Benennung der verschiedenen Einstellungen am Nagel'schen Farbengleichungsapparat, dessen unbedingte Zuverlässigkeit nach dieser Richtung hin durch zahlreiche frühere kontrollierende Nachuntersuchungen am Helmholtz'schen Farbenmischapparat als wissenschaftlich erwiesen angesehen werden konnte. Wer dagegen am Farbengleichungsapparat oder bei der Prüfung mit den Tafeln irgend welche Fehler machte oder auffallend langsam oder unsicher wählte, wurde im hiesigen physiologischen Institut am Helmholtz'schen Farbenmischapparat nochmals einer genauen Untersuchung unterzogen, deren Ergebnis dann erst die definitive Diagnose, ob farbenblind oder farbenanomal oder farbentüchtig, bestimmte. Herr Professor Nagel hatte selbst die Güte, diese überaus mühevolle und zeitraubende Arbeit vorzunehmen.

Wie bei allen Massenuntersuchungen, so mußten auch hier gegenüber etwaigen unbewußten oder absichtlichen Täuschungen gewisse Vorsichtsmaßregeln am Platze sein, wenn die Untersuchung wissenschaftlich einwandfrei sein sollte. Daher wurde zunächst in geeigneter Weise dafür gesorgt, daß diejenigen Leute, welche sich im Untersuchungsraum selbst aufhalten mußten, bevor sie zur Prüfung herankamen, nicht Gelegenheit haben konnten, der Prüfung der Vorhergehenden zuzusehen. Weiterhin war mit der Möglichkeit zu rechnen, daß die Mannschaften vorher bereits auf irgend welche Weise von der Art der Prüfung Kenntnis erhalten hatten, oder wenn auch das nicht, so doch während der Untersuchung selbst sich die Namen der betreffenden Farben merken und einprägen konnten, wenn sie letztere in den Antworten regelmäßig in bestimmter Reihenfolge wiederkehren hörten. Aus diesem Grunde war es geboten, in dem Gang der Untersuchung einen häufigen Wechsel eintreten zu lassen, was sich ohne Schwierigkeiten durchführen ließ. So wurde die Prüfung

auf anomalen trichromatischen Farbensinn mit den Tafeln der Abteilung B (vergl. die Gebrauchsanweisung) hin und wieder damit eingeleitet, daß zunächst einige beliebige Tafeln aus der Abteilung A zur Angabe des Farbennamens vorgelegt wurden; erst wenn der Betreffende die verschiedenen Farben dieser Tafeln benannt hatte, erfolgte im unmittelbaren Anschluß hieran die eigentliche vorschriftsmäßige Probe mit den Tafeln der Abteilung B. In ähnlicher Weise wurde mit den Einstellungen am Farbengleichungsapparat gewechselt; einmal wurde Rot rechts, Gelb links gezeigt, andermal umgekehrt; bald wurde mit einer wahren Rotgleichung, bald mit einer Scheingleichung angefangen, oder auch mal ein grünes Glas neben dem gelben eingestellt usw. So ließ sich die Untersuchung bequem in der mannigfaltigsten Weise modifizieren und gewann dadurch nicht nur wesentlich an Zuverlässigkeit in Hinsicht auf das Ergebnis der Prüfung, sondern brachte auch in die Tätigkeit des untersuchenden Arztes eine wertvolle Abwechselung hinein. Denn es versteht sich von selbst, daß derartige Untersuchungen, sobald sie eine größere Anzahl von Personen betreffen, bei denen sich Fragen und Antworten stets in gleicher Weise wiederholen, mit der Zeit ungemein ermüdend auf den Untersuchenden wirken müssen und schließlich zur reinen Schablonenarbeit herabsinken werden, wenn man nicht für eine ausreichende Abwechslung in der Methode sorgt und dadurch der eigenen Denktätigkeit neue Aufgaben stellt. In Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse haben wir daher an einem Tage in der Regel auch nicht mehr als eine Kompagnie (zirka 120 Mann) untersucht, es auch möglichst vermieden, täglich hintereinander die Untersuchungen fortzusetzen, vielmehr häufig einen oder zwei Tage dazwischen gelassen, um dann nachher mit frischem Eifer und neuem Interesse an die alte Arbeit herangehen zu können. Ich glaube, daß es uns so gelungen ist, die besten Vorbedingungen für eine wissenschaftlich einwandfreie Untersuchungsreihe zu schaffen und Resultate zu erzielen, welche den weitgehendsten Ansprüchen auf Genauigkeit und Zuverlässigkeit gerecht werden mußten.

Die Verschiedenheit im Naturell wie im Bildungsgang des einzelnen Mannes brachte es mit sich, daß der eine schneller, der andere langsamer die gestellte Aufgabe löste, und daß so die Dauer der Untersuchung beim einzelnen Mann verschieden ausfiel; immerhin wurde pro Kopf und für jedes der beiden Verfahren durchschnittlich nicht mehr als eine Minute gebraucht. Die überwiegende Mehrzahl der Leute beantwortete die Fragen prompt und sicher, ohne über die Qualität der gezeigten Farben oder über ihre Benennung irgendwie im Zweifel

zu den [illegible] dagegen [illegible] es ausserordentlich schwer, für bestimmte Farben die [illegible] Bezeichnung zu finden, trotzdem sie — wie [illegible] man [illegible] — [illegible] waren, die hier zu [illegible] kommenden verschiedenen Farbentöne auseinanderzuhalten. [illegible] eine grosse Anzahl der untersuchten Leute offenbar nicht die Bezeichnung braun, was bei der Prüfung mit den Tafeln der Anleitung [illegible] wiederholt deutlich zu Tage trat: die einen nannten die [illegible] braunen Punkte grau, andere bezeichneten sie [illegible] grün, einige auch als dunkelrot. Sobald man hier zunächst im Zweifel war, ob diese Mannschaften die braune Farbe wirklich so empfunden, wie sie sie bezeichnet, oder ob es sich nur um eine gewisse Ungeschicklichkeit in der sprachlichen Benennung handelte. Wenn man ihnen dann aber etwas zu Hilfe kam und sie direkt fragte, ob die Farbe etwa rot oder grün oder braun sei, so erhielt man sofort die richtige Antwort und die Entscheidung war getroffen. Die gleiche Erfahrung haben wir vielfach bei der Einstellung der gelben Farben am Farbengleichungsapparat gemacht, indem letztere häufig mit grau, gelb oder weiß, bisweilen sogar mit blau bezeichnet wurde. Offenbar hatten wir es in diesen Fällen mit Leuten zu tun, die bisher wenig Gelegenheit gehabt hatten, sich mit Farben zu beschäftigen und daher auch nur die gebräuchlichsten Farbenbezeichnungen, wie rot, grün und blau kannten. Legt man solchen Individuen Farben zur Beurteilung vor, die sie nur selten gesehen haben und für welche sie die Benennung nur vom Hörensagen, nicht aber aus eigener Erfahrung kennen, so kann es nicht Wunder nehmen, wenn alsdann die Farbenbenennung ungenau oder unzutreffend ausfällt und sich mit der wirklichen Farbenempfindung nicht deckt. Es handelt sich dann eben nicht um eine Beeinträchtigung des Farbenerkennungs- und -unterscheidungsvermögens an und für sich, sondern um eine gewisse Armut des sprachlichen Wortschatzes, der hier nicht ausreicht, um die verschiedenen Qualitäten der Farbenempfindungen auch terminologisch in präziser Weise zum Ausdruck zu bringen, wozu vielleicht in manchen Fällen noch eine gewisse Schwerfälligkeit im Denkprozeß zukommen mag. Jedenfalls wäre es sehr gewagt, aus derartigen unzutreffenden Angaben gleich ohne weiteres auf Farbenuntüchtigkeit schließen zu wollen; hierzu ist stets der Nachweis ganz bestimmter und charakteristischer Verwechselungen erforderlich, wie wir sie im ersten Abschnitt dieser Arbeit näher kennen gelernt haben.

Einige von den zu Prüfenden — hauptsächlich waren es Unteroffiziere — traten mit einer gewissen Ängstlichkeit und übergroßen Vorsicht an die Untersuchung heran. Wahrscheinlich aus Furcht sich

irgendwelche fehlerhaften Angaben zu Schulden kommen zu lassen, die etwa auf die weitere Belassung in ihren bisherigen dienstlichen Stellungen hätten von Einfluß sein können, gingen diese Leute bei der Prüfung mit der größten Behutsamkeit vor, vermieden ängstlich die Bezeichnung rot und grün und erschwerten auf diese Weise recht erheblich den Gang der Untersuchung. Durch nochmalige, in ruhigem Ton erteilte Belehrung darüber, worauf es bei der Prüfung überhaupt ankäme, und Wiederholung der gestellten Aufgabe gelang es dann schließlich, auch in diesen Fällen zu einem definitiven sicheren Resultat zu gelangen.

Was nun das zahlenmäßige Ergebnis unserer Untersuchungen anbetrifft, so erwiesen sich von den auf Farbensinn geprüften 1778 Unteroffizieren und Mannschaften als farbentüchtig 1734 Mann = 97,53 % der Gesamtzahl der Untersuchten, als farbenuntüchtig 44 = 2,47 %; von letzteren waren als farbenblind 13 = 0,73 %, als farbenanomal 31 = 1,74 % der Untersuchten befunden worden. In welchem Umfange die einzelnen Truppenteile der Eisenbahn-Brigade an diesen Zahlen beteiligt sind, geht aus der nachstehenden Uebersicht hervor.

Truppenteil	Zahl der Untersuchten	Davon waren: farbentüchtig	farbenuntüchtig: farbenblind Protanop.	Deuteranop.	Summe abs. Zahl	Summe %	farbenanomal Rotanomal	Grünanomal	Summe abs. Zahl	Summe %	Summe abs. Zahl	Summe %
Eisenb.-Rgt. No. 1	132^{16}	129^{15}	1	1	2	—	—	1^{1}	1^{1}	—	3^{1}	—
„ „ „ 2	1093^{130}	1065^{127}	1	4	5	0,45	3	20^{3}	23^{3}	2,10	28^{3}	2,55
„ „ „ 3	172^{11}	168^{11}	1	—	1	—	1	2	3	—	4	—
Betriebs-Abteilg.	381^{80}	372^{79}	2	3	5	1,31	1	3^{1}	4^{1}	1,05	9^{1}	2,36
Gesamtzahl	1778^{237}	1734^{232}	5	8	13	0,73	5	26^{5}	31^{5}	1,74	44^{5}	2,47

Anm. Die kleinen Zahlen, welche in den großen mitenthalten sind, bedeuten Unteroffiziere.

Dieses Resultat ist in mehr als einer Hinsicht überaus interessant und bemerkenswert; es beweist zunächst schlagend, daß die beiden bisher gebräuchlichsten und beliebtesten Untersuchungsmethoden, die Holmgren'sche Wollprobe und die Stilling'schen Tafeln, für die allgemeine Verwendung in der Praxis ungeeignet sind, da sie beide nicht nur Farbenanomale — was von vornherein zu erwarten war — sondern sogar typische Farbenblinde durchschlüpfen lassen. Zwar ist

die Zahl der gefundenen Dichromaten hier nicht sehr groß und bleibt weit zurück hinter den allerdings außergewöhnlichen Werten von Nagel, der unter 300 nach Holmgren untersuchten Eisenbahnbeamten noch 5 % typische Farbenblinde fand; aber die Tatsache bleibt doch immerhin bestehen und fällt gerade hier umsomehr ins Gewicht, als es sich um Leute gehandelt hat, die sämtlich zu wiederholten Malen mit Hülfe beider Methoden geprüft waren und bei denen die Einstellungs-Untersuchung durch Ärzte stattgefunden hatte, welche auf eine langjährige Übung und Erfahrung in diesem Gebiet zurückblickten und die vorgeschriebene Untersuchungstechnik sicher beherrschten. Es kann danach keinem Zweifel unterliegen, daß es die Methode selbst sein muß, welcher derartige Fehldiagnosen zum größten Teil zur Last zu legen sind, und wir werden uns daher die Frage vorzulegen haben, auf welche Mängel das Versagen dieser beiden Untersuchungsverfahren sogar den Farbenblinden gegenüber zurückzuführen ist. Diese Frage ist umsomehr berechtigt, als beide Methoden inbezug auf die Diagnose der Farbenblinden bisher allgemein als absolut maßgebend und zuverlässig angesehen wurden, so zuverlässig, daß die Behörden sich veranlaßt gesehen haben, das Holmgren'sche Verfahren für die Farbensinnprüfungen auf Seetüchtigkeit obligatorisch zu machen, eine Bestimmung, die bis auf den heutigen Tag noch immer ihre Gültigkeit behalten hat.

Was zunächst die Holmgren'sche Probe anbetrifft, so ist ihr Ausfall in erster Linie von der Beschaffenheit des verwandten Wollsortiments abhängig; sobald hier die charakteristischen Verwechselungsfarben nicht in richtiger Qualität und genügender Anzahl vorhanden sind, ist stets die Möglichkeit gegeben, daß Farbenblinde bei dieser Prüfung durchschlüpfen, ganz besonders dann, wenn die einzelnen Wollbündel womöglich noch von verschiedener Größe sind und aus der ungleichen Wollqualität bestehen. Der intelligente Farbenblinde, der seine Störung kennt und sich mit dem ihm eignen Raffinement gern an Äußerlichkeiten hält, wird unter solchen Verhältnissen im Stande sein, derartige Bündel sicher zu wählen, wenn es ihm bei dem Vormachen der Probe durch den Arzt aufgefallen ist, daß diese für ihn leicht kenntlichen Wollbündel zu den zu wählenden gehören. Allein selbst beim besten aller Wollsortimente, dem schwedischen, können Fehldiagnosen vorkommen, indem typisch Farbenblinde die Probe teilweise oder ganz bestehen und somit als farbentüchtig imponieren. Wie wir nämlich aus neueren wissenschaftlichen Untersuchungen wissen, gibt es viele Dichromaten, speziell Deuteranopen, die nur bei Beobachtung auf relativ kleinem Felde (1—10°), besonders am Spektralapparat, ihre

typischen Verwechselungen machen, während bei Betrachtung größerer Felder (von 10° oder 15° an) die Verwechslungsmöglichkeit bei ihnen bedeutend eingeschränkt ist, und zwar gilt dies namentlich für die Farben Rot und Purpur, während für Grün selbst auf größtem Felde die geeignete Verwechselungsfarbe, je nach der Wellenlänge des Grün, in einem Gelb oder Grau sich am Spektralapparat leicht finden läßt. Dementsprechend verhalten sich nun diese Dichromaten auch den Holmgren'schen Wollbündeln gegenüber, welche ja ein relativ großes farbiges Feld für die Beobachtung darbieten, indem sie nämlich die sogenannte Purpurprobe, sowie die Probe mit dem lebhaften Feuerrot ebenso schnell wie die Farbentüchtigen bestehen und sich in der Unterscheidung des Purpur von anderen Farben, insbesondere von Grau, Blaugrün, Rot und Violett vollkommen sicher zeigen; erst bei der Grünprobe verraten sie sich als farbenuntüchtig. Hieraus ergibt sich von vornherein die praktisch-wichtige Regel, bei der Untersuchung mit den Holmgren'schen Wollbündeln die Grünprobe unbedingt als erste Probe beizubehalten und für die Diagnose entscheidend sein zu lassen. Wenn im Gegensatz hierzu von einigen Autoren vorgeschlagen worden ist, zur Vereinfachung der Prüfung die Purpurprobe zur ersten Probe zu machen und die Grünprobe nur bei solchen Personen anzuwenden, die im Purpur Fehler gemacht haben, so bedeutet diese Modifikation zweifellos eine verhängnisvolle Verschlechterung der Holmgren'schen Methode und wird sicherlich für manche Fehldiagnosen verantwortlich zu machen sein. Ob dieses eigentümliche Verhalten solcher Dichromaten darauf zurückzuführen ist, daß hier die Netzhautperipherie dem Netzhautzentrum überlegen ist, in dem Sinne, daß erstere ein annähernd trichromatisches Farbensystem aufweist, welches bei der Erregung peripherer Netzhautpartieen für die Beurteilung maßgebend wird, oder ob es die größere gereizte Fläche der Netzhaut an und für sich ist, welche die bessere Unterscheidung größerer farbiger Objekte ermöglicht, mag dahin gestellt bleiben. Jedenfalls gibt es Dichromaten, für welche die erstere Annahme zweifellos zutrifft, ja bei denen sogar aller Wahrscheinlichkeit nach ausschließlich allein die Fovea farbenblind ist, während die parazentralen und peripheren Netzhautteile trichromatischen Farbensinn besitzen. Einen interessanten derartigen Fall hat kürzlich Nagel veröffentlicht, wobei es sich um einen älteren Lokomotivführer handelte, der die Holmgrensche Wollprobe glatt bestand, während er sich bei der Untersuchung mit den Nagel'schen Tafeln, am Farbengleichungsapparat wie auch am Helmholtz'schen Farbenmischapparat als typisch grünblind erwies.

In anderen Fällen hat man wieder gerade das Umgekehrte be-

obachtet, nämlich, daß die Untersuchung nach Holmgren Farbenblindheit ergeben hatte, während nach dem Ausfall der Prüfung am Spektralapparat wie am Farbengleichungsapparat an der Farbentüchtigkeit des Betreffenden nicht zu zweifeln war. So hat Nagel bereits im Jahre 1898 unter 1420 Untersuchten allein 39 solcher Fälle (= 2,75 %!) gefunden, die bei der Wollprobe die typischen Verwechselungsfarben eines Protanopen oder Deuteranopen zusammenlegten und trotzdem keine Dichromaten waren. Ich selbst habe Gelegenheit gehabt, Zeuge einer Nachprüfung eines langgedienten Eisenbahnbeamten zu sein, der auf Grund des Ergebnisses der Holmgren'schen Prüfung seiner Zeit für farbenblind erklärt und pensioniert worden war. Die Untersuchung am Farbengleichungsapparat wie am Farbenmischapparat ergab vollkommene Farbentüchtigkeit und der Mann wurde wieder in den Eisenbahndienst übernommen. Offenbar handelt es sich in diesen eben beschriebenen Fällen um Personen, deren Farbensinn ebenfalls im Netzhautzentrum ein anderer ist als in den parazentralen und peripheren Netzhautteilen, und welche sich daher farbigen Objekten gegenüber je nach deren Größe verschieden verhalten. Kleine farbige Objekte, welche unter einem Gesichtswinkel von wenig über 1 Grad erscheinen, sich also nur in der Fovea centralis abbilden, werden nach dem Farbensinn des Netzhautzentrums, das hier trichromatischen Charakter aufweist, beurteilt; bei größeren farbigen Objekten dagegen, wie z. B. bei Betrachtung der Holmgrenschen Wollbündel, die nicht mehr ausschließlich foveal gesehen werden können, überwiegt der mangelhafte dichromatische Farbensinn der Netzhautperipherie und wird maßgebend für die Farbenunterscheidung. Für die praktischen Verhältnisse im Eisenbahn- und Marinedienst kommt aber nun ausschließlich der Farbensinn des Netzhautzentrums in Betracht, weil farbige Signale, sobald sie überhaupt beachtet werden, stets foveal fixiert werden, und aus diesem Grunde gibt die Untersuchung nach Holmgren für die Sicherheit, mit der jemand farbige Lichter und Flaggen erkennen wird, durchaus kein zuverlässiges Maß, und man würde sehr Unrecht handeln, wollte man alle diejenigen Personen, die bei der Wollprobe gröbere Fehler machen, praktisch immer als farbenuntüchtig behandeln und sie etwa unter allen Umständen vom Eisenbahn- und Marinedienst ausschließen; hier dürfen vielmehr nur solche Methoden maßgebend sein, bei welchen der Farbensinn der Fovea centralis allein für sich oder nur der eines ziemlich kleinen zentralen Bezirks geprüft wird, wie es z. B. der Farbengleichungsapparat und die Nagel'schen Tafeln tun.

Nach dem Gesagten läßt also die Holmgren'sche Probe, selbst wenn sie auf das Gewissenhafteste ausgeführt wird und man sich streng an die Vorschriften hält, doch häufig genug Fehldiagnosen in beiderlei Sinn zu, ganz abgesehen davon, daß sie die überwiegende Mehrzahl der Farbenanomalen überhaupt nicht ermittelt, und die Erfahrungen, die wir in dieser Hinsicht bei unseren Untersuchungen gemacht haben, wie die zahlenmäßigen Ergebnisse letzterer bestätigen die Unzulänglichkeit dieser Methode für derartige Zwecke in vollem Maße. Damit soll ihr durchaus nicht etwa jeder Wert abgesprochen werden; in der Hand des geübten und mit dem Wesen der Farbenblindheit vertrauten Untersuchers wird sie in Verbindung mit anderen Verfahren, besonders bei wissenschaftlichen Prüfungen, unter Umständen wertvolle Dienste leisten können, als selbständige Methode dagegen führt sie leicht zu fehlerhaften Schlüssen und ist aus diesem Grunde für den praktischen Arzt, der ein Untersuchungsverfahren besitzen muß, das allein, ohne Kombination mit einem anderen, in allen Fällen zum richtigen Ziele führt, als unbrauchbar zu bezeichnen.

Ähnliches gilt für die Stilling'schen Tafeln. Zweifellos bietet dieses Verfahren gewisse Vorzüge; es ist einfach zu handhaben, verlangt keine aktive Hantierung des Untersuchten, wie z. B. die Holmgren'sche Probe, und erfordert wenig Zeit, allerdings auch wenig Denkarbeit seitens des Untersuchenden. Diesen Vorzügen stehen aber auch Nachteile von schwerwiegender Bedeutung gegenüber. Zunächst hat es Stilling in der Gebrauchsanweisung, die er seinen Tafeln beigegeben hat, unentschieden gelassen, in welcher Entfernung die Tafeln dem zu Prüfenden vorgelegt werden sollen, ob in der üblichen Leseweite oder auf größeren Abstand, in einigen Metern Distanz. Die Folge hiervon ist natürlich, daß ganz nach Belieben des untersuchenden Arztes geprüft wird; der eine läßt die Tafeln vielleicht in 2 Meter, der andere in 30 Zentimeter lesen und schafft dadurch für die Untersuchung selbst willkürliche Bedingungen, welche das Ergebnis in verschiedener Weise beeinflussen werden, je nachdem das Bild dieser farbigen Tafeln allein auf den fovealen Bezirk oder mehr auf die peripheren Teile der Netzhaut fällt. Weiter verlangt Stilling in seiner Gebrauchsanweisung, daß jeder, der eine der Tafeln, wenn auch nur teilweise, nicht entziffern kann, praktisch als farbenblind angesehen werden soll. Diese Forderung entspricht in keiner Weise immer den tatsächlichen Verhältnissen und würde zu bedenklichen Mißgriffen führen. Jeder farbentüchtige Arzt, der mit den Stilling'schen Tafeln viel gearbeitet hat, weiß, daß einige der

Tafeln auch für den intelligenten Farbentüchtigen ungemein schwer zu entziffern sind, ja daß es Leute gibt, deren Farbensinn in jeder Hinsicht tadellos ist und welche trotzdem außer stande sind, die Tafel VIII und IX zu lesen. Wie soll in derartigen Fällen der untersuchende Arzt entscheiden? Hat die Unsicherheit, mit der jemand die in Wirklichkeit schwieriger zu lesenden Tafeln entziffert, ihre Ursache in einer tatsächlichen Störung des Farbensinns oder ist sie auf Zufälligkeiten, auf Mangel an Findigkeit, geringe Intelligenz etc. zurückzuführen? Als weiteres wichtiges Moment gegen die Zuverlässigkeit dieser Methode spricht die Tatsache, daß man die Zahlen der einzelnen Tafeln vorher auswendig lernen und dann selbst als typisch Farbenblinder lesen kann, eine Erfahrung, die Bahnärzte wiederholt gemacht haben, und dann weiterhin der Umstand, daß in der letzten Auflage die Tafeln die einzelnen roten Punkte, welche die zu lesenden Zahlen zusammensetzen, im Gegensatz zu den matt gehaltenen Punkten des Hintergrundes lackiert sind. Hierdurch ist es jedem ermöglicht, bei entsprechender schräger Haltung oder Betrachtung der Tafeln die roten Punkte an ihrer glänzenden Oberfläche herauszuerkennen und sich so die Zahlen ohne Schwierigkeiten zusammen zu konstruieren. Ein junger Student, der Protanop war, las mir auf diese Weise glatt sämtliche 10 Tafeln herunter. Aber auch den anomalen Trichromaten gegenüber, die wir bei unserer Untersuchung als solche gefunden hatten und die wir nachher des Interesses halber nochmal mit den Stilling'schen Tafeln nachgeprüft haben, hat das Verfahren in vielen Fällen vollkommen versagt oder unbestimmte Resultate ergeben. In Berücksichtigung aller dieser Faktoren bietet also auch die Stilling'sche Probe keine Gewähr dafür, daß alle Farbenblinden und Farbenanomalen ermittelt werden, und das zahlenmäßige Ergebnis unserer Untersuchungen beim Eisenbahn-Regiment 2 liefert wohl den besten Beweis für diese Behauptung. Ohne gleichzeitige Heranziehung einer anderen kontrollierenden Methode wird man sich mithin auf die Resultate der Stilling'schen Tafeln ebensowenig verlassen können, wie auf diejenigen der Holmgrenschen Probe, die Tafeln sind daher für die allgemeine Verwendung in der Praxis in gleicher Weise als ungeeignet zu bezeichnen, wie die Holmgren'schen Wollbündel.

Demgegenüber haben wir unter den 1778 Mann, die mit den Nagel'schen Tafeln untersucht worden sind, nicht einen einzigen Fall zu verzeichnen gehabt, in dem uns diese Methode im Stich gelassen hätte oder in dem das Resultat sich nicht in voller Übereinstimmung mit dem Ergebnis am Farbengleichungsapparat hinsichtlich der Farben-

tüchtigen, sowie mit dem Ergebnis am Helmholtz'schen Farbenmischapparat in Bezug auf die Farbenuntüchtigen befunden hätte. Auch die Ermittelung der beiden Typen der Farbenuntüchtigen mit Hilfe der Nagel'schen Tafeln sowie ihrer speziellen Formen hat uns hierbei in keiner Weise Schwierigkeiten bereitet und mit dem Ergebnis der Nachprüfung am Farbenmischapparat gut gestimmt. Nur in zwei Fällen war das Resultat hier ein anderes, indem nämlich zwei Leute, die auf Grund der Prüfung mit den Tafeln für Protanopen erklärt waren, sich am Spektralapparat als Rotanomale erwiesen. Dieser Irrtum würde für rein wissenschaftliche Zwecke vielleicht von Belang sein können, hier ist er jedoch ohne jede Bedeutung, da die Betreffenden an den Tafeln so grobe Verwechselungen machten, daß sie in praktischer Hinsicht zweifellos den Farbenblinden gleichkommen und unbedenklich zu letzteren gerechnet werden konnten. Solche Fälle stehen eben hart an der Grenze zwischen Farbenblindheit und anomaler Trichromasie und werden unter Umständen jene Übergangsformen bilden können, über deren Bewertung ich mich bereits an anderer Stelle (S. 12) ausführlicher ausgesprochen habe. Was die Untersuchungstechnik bei den Nagel'schen Tafeln anbetrifft, so ist dieselbe überaus einfach und ließ sich an der Hand der den Tafeln beigegebenen übersichtlichen Gebrauchsanweisung leicht erlernen, so daß wir sie nach wenigen Prüfungen bereits sicher beherrschten.

So können wir denn aus den wissenschaftlichen und praktischen Erfahrungen, die wir bei den Untersuchungen der Eisenbahntruppen gewonnen haben, das Facit ziehen, daß wir in den Nagel'schen Tafeln zur Prüfung des Farbenunterscheidungsvermögens ein Untersuchungsverfahren besitzen, das zuverlässig arbeitet, einfach und bequem zu handhaben ist und sich daher auch für die allgemeine Einführung in die militärärztliche Praxis aufs beste eignen wird. Für die größeren Garnisonlazarette, denen ophthalmologisch ausgebildete Sanitätsoffiziere zur Verfügung stehen, würde sich außerdem die Beschaffung des Nagel'schen Farbengleichungsapparates empfehlen, der gleichzeitig auch für die Diagnose der erworbenen Farbensinnstörungen, wie letztere bei Erkrankungen der Netzhaut und des Sehnerven häufig vorkommen und hier für die spezielle Diagnose oft geradezu entscheidend werden, vortreffliche Dienste leisten wird. In diesem Sinne hat sich denn auch die Kommission in ihrem Bericht an die vorgesetzte Behörde ausgesprochen.

Wenn ich zum Schluß die Hauptergebnisse dieser Arbeit noch einmal in übersichtlicher und präziser Weise zusammenstellen soll, so möchte ich dies in folgenden Sätzen tun:

1. Die neueren physiologischen Erfahrungen über die angeborenen Störungen des Farbensinns haben ergeben, daß es außer den Farbenblinden noch eine zweite, wohl charakterisierte Form von Farbenuntüchtigen gibt, die sogenannten anomalen Trichromaten oder Farbenanomalen, welche fast doppelt so häufig wie die Farbenblinden angetroffen werden und welche infolge der Eigenart ihres Farbensehens in praktischer Beziehung für bestimmte Berufsarten, speziell für den Eisenbahn- und Marinedienst, in gleicher Weise untauglich sind wie die Farbenblinden.

2. In Anbetracht dieser wissenschaftlich feststehenden Tatsachen dürfen von jetzt ab bei der Prüfung des Farbenunterscheidungsvermögens nur noch solche diagnostische Methoden Anwendung finden, welche es ermöglichen, die Farbenblinden und die Farbenanomalen mit Sicherheit zu erkennen, welche nach Nagel praktischer Weise zu einer gemeinsamen Gruppe, der der Farbenuntüchtigen zusammengezogen werden. Die für die Diagnose der Farbensinnstörungen bisher gebräuchlichsten beiden Verfahren, die Holmgren'sche Wollprobe und die Stilling'schen pseudo-isochromatischen Tafeln bieten hierfür keine Gewähr, ganz abgesehen davon, daß sie auch bei der Ermittelung der Farbenblinden häufig vollständig versagen.

3. Dagegen gestatten der Nagel'sche Farbengleichungsapparat sowie die von Nagel kürzlich herausgegebenen Tafeln zur Prüfung des Farbenunterscheidungsvermögens in jedem Fall eine zuverlässige Diagnose und erlauben dabei gleichzeitig eine Differenzierung der Farbenblinden und der Farbenanomalen sowie deren speziellen Formen, wie solche in besonderen Fällen oder für wissenschaftliche Zwecke erwünscht bezw. erforderlich sein kann.

4. Für die Bedürfnisse des praktischen Arztes eignen sich ausschließlich die Nagel'schen Tafeln, welche ein einfaches und billiges diagnostisches Verfahren darstellen und selbst in der Hand des ungeübten Untersuchers zuverlässige Resultate liefern.

Welche praktische Nutzanwendungen ergeben sich nun aus diesen Tatsachen für unsere militärischen Verhältnisse? In erster Linie die Forderung, in Zukunft nur solche Offiziere und Mannschaften in die

Marine und in die Eisenbahntruppen eintreten zu lassen, deren Farbentüchtigkeit außer jedem Zweifel steht, die also weder farbenblind noch farbenanomal sind. Die Entscheidung dieser Frage hätte auf Grund der Prüfung mit den Nagel'schen Tafeln (bezw. mit dem Nagel'schen Farbengleichungsapparat) zu erfolgen, deren Anwendung nach dem Vorbilde der preußischen Eisenbahnverwaltung auch für die Armee und Marine bei allen Farbensinnuntersuchungen obligatorisch zu machen wäre. In zweiter Reihe käme für die Marine noch die Nachuntersuchung aller derjenigen bereits im Dienst befindlichen Personen in Betracht, welche mit dem Signaldienst direkt zu tun haben oder sich in solchen besonders verantwortlichen Stellungen befinden, in denen sie farbige Lichter allein zu beurteilen haben. Aber auch für die übrigen Truppengattungen unserer Armee ist die Farbenuntüchtigkeit insofern von einer gewissen Bedeutung, als es hier eine Menge farbiger Signale und Flaggen gibt, die in ihrer spezifischen Farbe erkannt werden müssen, wenn sie richtig gedeutet werden sollen. Zwar werden in dieser Beziehung im allgemeinen Verwechselungen selten vorkommen, da derartige Signale in der Regel von einer großen Anzahl von Leuten gleichzeitig beobachtet und bewertet werden und die Farbenuntüchtigen in solchen Fällen die Minorität bilden, welche mit ihrer Ansicht nicht durchdringt; allein bei Verwendung einzelner Farbenuntüchtiger zu besonderen Aufträgen oder in Stellungen, in denen sie allein auf ihr eigenes Urteil angewiesen sind, ist die Möglichkeit falscher Beobachtung stets gegeben und kann zweifellos auch einmal zu verhängnisvollen Mißverständnissen führen. Ich behalte mir vor, auf die engeren Beziehungen des Farbenunterscheidungsvermögens zu der militärischen Ausbildung des einzelnen Manns, vor allem im Schieß- und Geländedienst, an anderer Stelle ausführlicher zurückzukommen.

Literatur.

Helmholtz, Handbuch der physiologischen Optik. 2. Aufl.

Magnus, Die geschichtliche Entwickelung des Farbensinnes. 1877.

Holmgren, Die Farbenblindheit in ihren Beziehungen zu den Eisenbahnen und der Marine. 1878.

Magnus, Die Farbenblindheit, ihr Wesen und ihre Bedeutung. 1878.

Magnus, Untersuchungen über den Farbensinn der Naturvölker. 1880.

Grant Allen, Der Farbensinn. 1880.

Kolbe, Geometrische Darstellung der Farbenblindheit. 1881.

Magnus, Farben und Schöpfung. 1881.

Silex, Über das Sehvermögen der Eisenbahnbeamten. 1894.

Mauthner, Farbenlehre. 1894.

v. Kries, Über Farbensysteme. Zeitschrift für Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane. Bd. 13. 1897.

Magnus, Die Untersuchung der optischen Dienstfähigkeit des Eisenbahnpersonals. 1898.

W. A. Nagel, Beiträge zur Diagnostik, Symptomatologie und Statistik der angeborenen Farbenblindheit. Arch. f. Augenheilkunde. Bd. 38. 1899.

W. A. Nagel, Die Diagnose der praktisch wichtigen angeborenen Störungen des Farbensinnes. 1899.

Stilling, Pseudo-isochromatische Tafeln für die Prüfung des Farbensinnes. 10. Ausgabe. 1900.

Levy, Über einen zweiten Typus des anomalen trichromatischen Farbensystems. Diss. Freiburg. 1903.

Nagel, Die Diagnose der anomalen trichromatischen Systeme. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde. 1904.

Nagel, Was ergeben die neueren physiologischen Erfahrungen über Anomalien des Farbensinns bezüglich der zur praktischen Prüfung geeigneten Untersuchungsmethoden? Ärztl. Sachverständigen-Zeitung. 1904.

Schwechten, Farbentüchtigkeit im Eisenbahndienst. Ärztl. Sachverständigen-Zeitung. 1904.

A. Guttmann, Untersuchungen an sogenannten Farbenschwachen. 1. Kongreß f. experimentelle Psychologie. Gießen 1904.

Feilchenfeld, Sind die anomalen Trichromaten tauglich zum Eisenbahndienst. Arch. f. Augenheilkunde. Bd. 50. 1904.

Ullersberger, Uber farbige Signale. 6. Verbandstag deutscher Eisenbahnärzte in Metz. 1904.

Tigerstedt, Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Bd. II. 1905.

Nagel, Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. III. 1905.

Augstein, Die praktische Untersuchung auf Farbenblindheit zum Zwecke der Feststellung der Tauglichkeit zum äußeren Eisenbahndienst. Ärztl. Sachverständigen-Zeitung. 1905.

Nagel, Einige Beobachtungen über die Farbensinnsstörung im Netzhautzentrum bei retrobulbärer Neuritis. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde. 1905.

Nagel, Dichromatische Fovea, trichromatische Peripherie. Zeitschr. f. Psycholog. u. Physiologie der Sinnesorgane. Bd. 39. 1905.

Nagel, Anweisung zur Prüfung des Farbenunterscheidungsvermögens. Dritte Auflage. Mit 16 Tafeln A u. 4 Tafeln B.

Druck von L. Schumacher in Berlin N. 24.

Verlag von **August Hirschwald** in Berlin.
(Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.)

Veröffentlichungen

aus dem Gebiete des Militär-Sanitätswesens.

Herausgegeben von der Medizinal-Abteilung des Königlich Preussischen Kriegsministeriums.

1. Heft. Historische Untersuchungen über das Einheilen und Wandern von Gewehrkugeln von Stabsarzt Dr. A. Köhler. gr. 8. 1892. 80 Pf.

2. Heft. Ueber die kriegschirurgische Bedeutung der neuen Geschosse von Geh. Ober-Med.-Rat Prof. Dr. von Bardeleben. gr. 8. 1892. 60 Pf.

3. Heft. Ueber Feldflaschen und Kochgeschirre aus Aluminium bearb. v. Stabsarzt Dr. Plagge und Chemiker G. Lebbin. gr. 8. 1893. 2 M. 40.

4. Heft. Epidemische Erkrankungen an akutem Exanthem mit typhösem Charakter in der Garnison Cosel von Oberstabsarzt Dr. Schulte. gr. 8. 1893. 80 Pf.

5. Heft. Die Methoden der Fleischkonservierung von Stabsarzt Dr. Plagge und Dr. Trapp. gr. 8. 1893. 3 M.

6. Heft. Ueber Verbrennung des Mundes, Schlundes, der Speiseröhre und des Magens. Behandlung der Verbrennung und ihrer Folgezustände von Stabsarzt Dr. Thiele. gr. 8. 1893. 1 M. 60.

7. Heft. Das Sanitätswesen auf der Weltausstellung zu Chicago bearbeitet von Generalarzt Dr. C. Grossheim. gr. 8. Mit 92 Abbildungen. 1893. 4 M. 80.

8. Heft. Die Choleraerkrankungen in der Armee 1892 bis 1893 und die gegen die Cholora in der Armee getroffenen Massnahmen bearbeitet von Stabsarzt Dr. Schumburg. gr. 8. Mit 2 Abb. im Text und 1 Karte. 1894. 2 M.

9. Heft. Untersuchungen über Wasserfilter von Oberstabsarzt Dr. Plagge. gr. 8. Mit 37 Abbildungen. 1895. 5 M.

10. Heft. Versuche zur Feststellung der Verwertbarkeit Röntgenscher Strahlen für medizinisch-chirurgische Zwecke. gr. 8. Mit 23 Abbildungen. 1896. 6 M.

11. Heft. Ueber die sogenannten Gehverbände unter besonderer Berücksichtigung ihrer etwaigen Verwendung im Kriege von Stabsarzt Dr. Coste. gr. 8. Mit 13 Abbildungen. 1897. 2 M.

12. Heft. Untersuchungen über das Soldatenbrot von Oberstabsarzt Dr. Plagge und Chemiker Dr. Lebbin. 1897. 12 M.

13. Heft. Die preussischen und deutschen Kriegschirurgen und Feldärzte des 17. und 18. Jahrhunderts in Zeit- und Lebensbildern von Oberstabsarzt Prof. Dr. A. Köhler. Mit Portraits und Abb. 1898. 12 M.

14. Heft. Die Lungentuberkulose in der Armee. Bearbeitet in der Medizinal-Abteilung d. Königl. Preuss. Kriegsminist. M. 2 Taf. 1899. 4 M.

15. Heft. Beiträge zur Frage der Trinkwasserversorgung von Oberstabsarzt Dr. Plagge und Oberstabsarzt Dr. Schumburg. Mit 1 Tafel und Figuren im Text. 1900. 3 M.

16. Heft. Ueber die subkutanen Verletzungen der Muskeln von Dr. Knaak. 1900. 3 M.

Verlag von **August Hirschwald** in Berlin.

(Durch alle Buchhandlungen zu beziehen.)

Veröffentlichungen
aus dem Gebiete des Militär-Sanitätswesens.

Herausgegeben von der Medizinal-Abteilung des Königlich Preussischen Kriegsministeriums.

17. Heft. Entstehung, Verhütung und Bekämpfung des Typhus bei den im Felde stehenden Armeen. Bearbeitet in der Medizinal-Abteilung des Königl. Preuss. Kriegsministeriums. Zweite Aufl. Mit 1 Taf. 1901. 3 M.

18. Heft. Kriegschirurgen und Feldärzte der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts (1795—1848). Von Stabsarzt Dr. Bock und Stabsarzt Dr. Hasenknopf. Mit einer Einleitung von Oberstabsarzt Prof. Dr. Albert Koehler. 1901. 14 M.

19. Heft. Ueber penetrierende Brustwunden und deren Behandlung. Von Stabsarzt Dr. Momburg. 1902. 2 M. 40 Pf.

20. Heft. Beobachtungen und Untersuchungen über die Ruhr (Dysenterie). Die Ruhrepidemie auf dem Truppenübungsplatz Döberitz im Jahre 1901 und die Ruhr im Ostasiatischen Expeditionskorps. Zusammengestellt in der Medizinal-Abteilung des Königl. Preussischen Kriegsministeriums. Mit Abb. im Text und 8 Taf. 1902. 10 M.

21. Heft. Die Bekämpfung des Typhus. Von Geh. Med.-Rat Prof. Dr. Robert Koch. 1903. 50 Pf.

22. Heft. Ueber Erkennung und Beurteilung von Herzkrankheiten Vortr. aus der Sitzung des Wissenschaftl. Senats bei der Kaiser-Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen am 31. März 1903. 1903. 1 M. 20 Pf.

23. Heft. Kleinere Mitteilungen über Schussverletzungen. Aus den Verhandlungen des Wissenschaftlichen Senats der Kaiser-Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen vom 3. Juni 1903. 1903. 2 M.

24. Heft. Kriegschirurgen und Feldärzte in der Zeit von 1848 bis 1868. Von Stabsarzt a. D. Dr. Kimmle. 1904. 14 M.

25. Heft. Ueber die Entstehung und Behandlung des Plattfusses im jugendlichen Alter. Von Dr. Schiff. 1904. 2 M.

26. Heft. Ueber plötzliche Todesfälle, mit besonderer Berücksichtigung der militärärztlichen Verhältnisse. Von Dr. Busch. 1904. 2 M. 40 Pf.

27. Heft. Kriegschirurgen und Feldärzte der Neuzeit. Von Oberstabsarzt Prof. Dr. A. Köhler. 1904. 18 M.

28. Heft. Beiträge zur Schutzimpfung gegen Typhus. Bearbeitet in der Medizinal-Abteilung des Königlich Preussischen Kriegsministeriums. Mit 10 Kurven im Text. 1905. 1 M. 60 Pf.

29. Heft. Arbeiten aus den hygienisch-chemischen Untersuchungsstellen. Zusammengestellt in der Medizinal-Abteilung des Königlich Preussischen Kriegsministeriums. I. Teil. 1905. 2 M. 40 Pf.

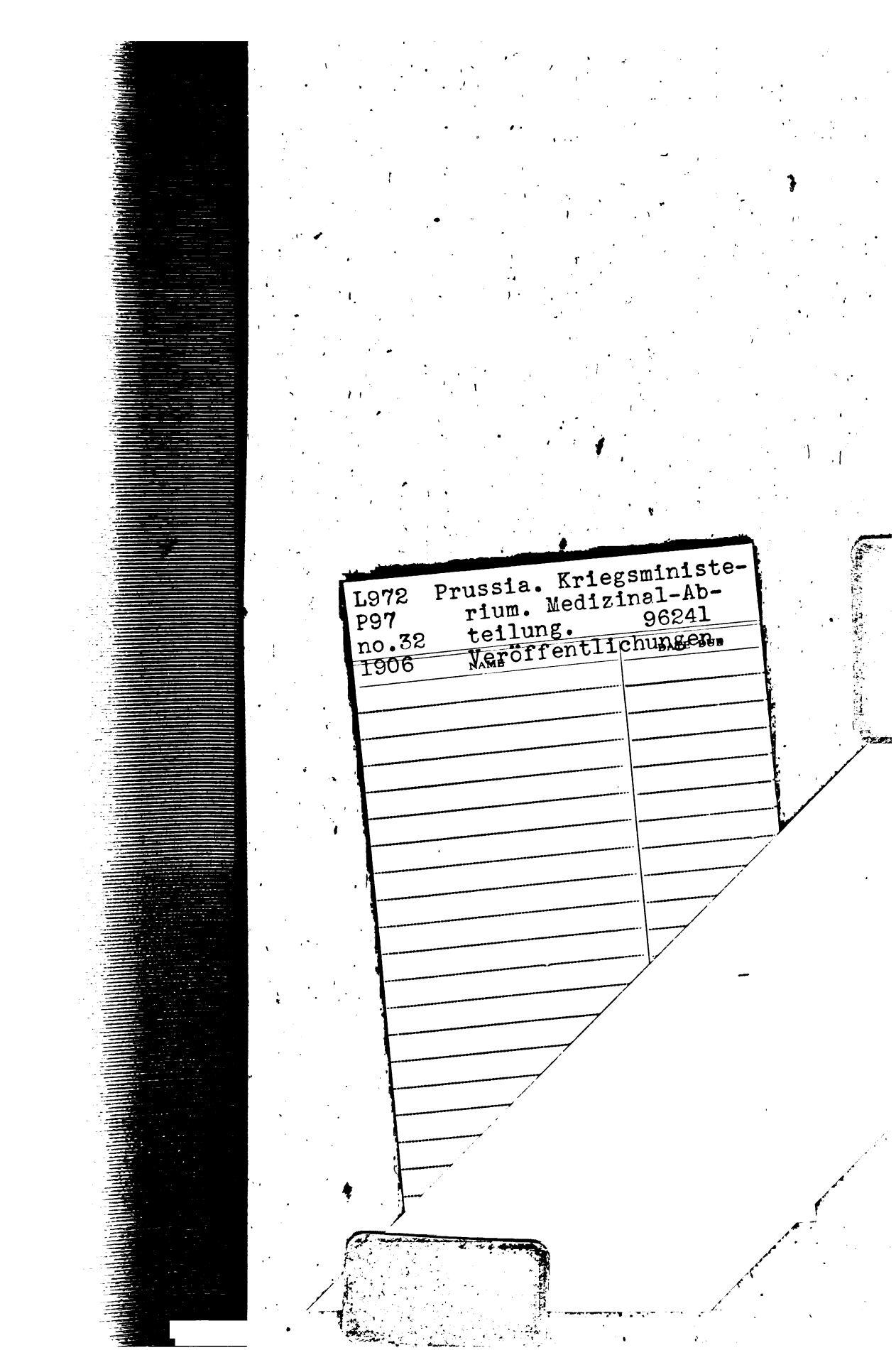
30. Heft. Ueber die Feststellung regelwidriger Geisteszustände bei Heerespflichtigen und Heeresangehörigen. Beratungsergebnisse aus der Sitzung des Wissenschaftlichen Senats bei der Kaiser Wilhelms-Akademie für das militärärztliche Bildungswesen am 17. Februar 1905. Mit 3 Kurventafeln im Anhang. 1905. 1 M.

31. Heft. Die Genickstarre-Epidemie beim Badischen Pionier-Bataillon No. 14 (Kehl) im Jahre 1903/1904. Mit einem Grundriss der Kaserne und zwei Anlagen. 1905. 3 M. 60 Pf.

Druck von L. Schumacher, Berlin N. 24.

LANE MEDICAL LIBRARY

This book should be returned on or before
the date last stamped below.


L972 Prussia. Kriegsministe-
P97 rium. Medizinal-Ab-
no.32 teilung. 96241
1906 Veröffentlichungen.
NAME DATE DUE